

## Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 21 Liikkuva kalusto





# Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 21

## Liikkuva kalusto

Liikenneviraston ohjeita 21/2012

Liikennevirasto  
Helsinki 2012

*Kannen kuva: Seppo Mäkitupa*

ISSN-L 1798-663X  
ISSN 1798-663X  
ISBN 978-952-255-227-3

Verkkojulkaisu pdf ([www.liikennevirasto.fi](http://www.liikennevirasto.fi))

ISSN-L 1798-663X  
ISSN 1798-6648  
ISBN 978-952-255-205-1

Kopijyvä Oy  
Kuopio 2012

Julkaisu myy/saatavana  
[paino.kuopio@kopijyva.fi](mailto:paino.kuopio@kopijyva.fi)

Liikennevirasto  
PL 33  
00521 HELSINKI  
Puhelin 020 637 373



Väylätekniikka/Ohjaus- ja turvalaitteet

Korvaa/muuttaa

-

Voimassa

1.1.2013 alkaen

Asiasanat

rautatiet, liikkuva kalusto, ohjeet

## RATO 21 Liikkuva kalusto

Liikennevirasto on hyväksynyt RATO:n osan 21 Liikkuva kalusto.

Ohje on voimassa Liikenneviraston hallinnoimalla rataverkolla liikennöimään tarkoitettun liikkuvan rautatiekaluston käytettävyydestä annettavissa lausunnoissa. Lisäksi ohjeessa on raja-arvovaatimuksia sellaisille liikkuvan kaluston osatekijöille, jotka vaikuttavat radan ja kaluston käytönaikaiseen yhteentoimivuuteen.

Ylijohtaja



Raimo Tapio

Tekninen johtaja



Markku Nummelin

LISÄTIETOJA

Seppo Mäkitupa

Liikennevirasto

puh. 020 637 3970

## Esipuhe

Ratateknisten ohjeiden osaan 21 ”Liikkuva kalusto” on koottu rautateiden liikkuvan kaluston ja ratainfrastruktuurin yhteentoimivuuteen vaikuttavia tekijöitä koskevia ohjeita ja vaatimuksia. Tällä RATO-sarjan ohjeella ei ole varsinaista edeltäjää, vaan Liikennevirasto on koonnut tässä esitetyt vaatimukset ja ohjeet useista erillisistä säädösasiakirjoista ja menettelyohjeista. Ohjetta sovelletaan liikkuvaa kalustoa käyttöönotettaessa tehtävässä yhteentoimivuustarkastelussa ja tähän liittyvässä lausuntomenettelyssä.

Ohje on laadittu yhteistyössä Tampereen teknillisen yliopiston (TTY) kanssa. Sisällön laajuuden rajoittamiseksi ja käytettävyyden selkeyttämiseksi tässä ohjeessa ei esitetä erilaisten yhteentoimivuuteen vaikuttavien ilmiöiden teoriaa. Tämän yleisohjeen tukeksi tarkoitettu taustaraportti tarkempine selostuksineen ja havainnollistavine kuvineen julkaistaan erikseen.

Ohjeen viimeistelyssä on huomioitu ohjeluonnokseen annetut lausunnot.

Helsingissä joulukuussa 2013

Liikennevirasto  
Väylätekniikkaosasto

## Sisältö

21	LIIKKUVA KALUSTO .....	7
21.1	MÄÄRITELMÄT JA TUNNUKSET .....	8
21.1.1	Määritelmät .....	8
21.1.2	Tunnukset ja yksiköt .....	9
21.2	LIKKUVAN KALUSTON ULOTTUMA .....	10
21.3	KALUSTON RATAAN AIHEUTTAMAT RASITUKSET .....	11
21.3.1	Pystysuuntainen kuormitus .....	11
21.3.2	Poikittaissuuntainen kuormitus .....	13
21.3.3	Pituussuuntainen kuormitus .....	13
21.4	TEHOLLINEN KARTIOKKUUS .....	14
21.5	PYÖRÄKERRAT .....	15
21.5.1	Pyörien mekaaniset ominaisuudet .....	15
21.5.2	Pyörien välinen impedanssi .....	15
21.5.3	Pyörän profiili ja pyöräkerran mitat .....	15
21.5.4	Pyörän halkaisija .....	17
21.6	PYÖRIEN JA KISKON VÄLISEN KITKAN HALLINTA .....	18
21.6.1	Laipan voitelu .....	18
21.6.2	Hiekoitus .....	18
21.7	JUNAN KOKOONPANO, VETO- JA JARRUTUSKYKY .....	19
21.8	KUORMAUS JA KULJETUS .....	20
21.9	TIEDONSIIRTO .....	21
21.9.1	Asennusvaatimukset .....	21
21.9.2	Valvontatiedon hallinnointi .....	21
21.9.3	Tunnisteiden sisältö .....	21
21.10	YMPÄRISTÖOLOT .....	23
21.11	SÄHKÖLAITTEET JA VALTION RATAVERKOLLA KÄYTETTÄVÄT SÄHKÖJÄRJESTELMÄT .....	24
21.11.1	Sähköratajärjestelmän tekninen kuvaus .....	24
21.11.2	Sähköratajärjestelmän sähkövetokalustolle asettamat vaatimukset .....	26
21.11.3	Rautatieympäristössä esiintyvät sähköiset häiriöt .....	28
21.11.4	Liikkuvan kaluston ulkoverkkoliitännät .....	31
21.12	VIESTINTÄ .....	34
21.13	JUNAN KULUNVALVONTA .....	35
21.14	KOEAJOT .....	36
21.14.1	Kulkuominaisuus- ja kytketymiskokeet .....	36
21.14.2	Ohiajomelun mittaaminen .....	36
	VIITTEET .....	37

**LIITELUETTELO**

Liite 1	Saller-Hankenin menetelmä
Liite 2	Pyöräprofiilit
Liite 3	Erotusjaksomagneetin kenttä
Liite 4	Sähköisten häiriöiden mittaus ja raja-arvot
Liite 5	Käytössä olevia junan 230/400 V syöttöjärjestelmiä
Liite 6	Raiteistokaavio, Kontiomäki (Laajakangas)

## 21 Liikkuva kalusto

Ratateknisten ohjeiden (RATO) osa 21, "Liikkuva kalusto", sisältää ne vaatimukset ja ohjeet, joita Suomen valtion omistamalla rataverkolla kulkevan kaluston on noudatettava. RATO 21 sisältää sekä mekaanista että sähköistä yhteentoimivuutta koskevia kansallisia vaatimuksia. Tämä asiakirja koskee kaikkea radalla kulkevaa tai kuljetettavaa kalustoa kaksitieratatyökoneita lukuun ottamatta.

Liikkuvan kaluston yleiset vaatimukset on julkaistu Komission päätöksessä 2011/291/EU (veturit ja henkilöliikenteen liikkuva kalusto) /1/ ja Komission päätöksessä 2006/861/EY (tavaraliikenteen vaunut) /2/.

Kaksitieratatyökoneita koskevat vaatimukset julkaistaan Liikenneviraston ohjeessa Ratatyökalusto /3/.

Liikennevirasto seuraa alan eurooppalaista standardisointia (CEN) ja ylläpitää ohjeitaan standardien mukaisina. RATO 21:ssä noudatettavat standardit ja normit on mainittu lähdeluettelossa.

Liikenteen turvallisuusvirasto (TraFi) antaa liikkuvaa kalustoa koskevat määräykset.

Uuden, ensimmäistä kertaa Suomessa käyttöönotettavan kaluston on oltava tässä ohjeessa esitettyjen vaatimusten mukainen, jos se otetaan käyttöön aikaisintaan kaksi vuotta tämän asiakirjan julkaisun jälkeen.

## 21.1 Määritelmät ja tunnukset

### 21.1.1 Määritelmät

**Akselipaino** on kalustoyksikön yhden akselin molempien pyörien (pyöräkerran) raiteeseen kohdistama staattinen paino.

**Dynaamisella iskukuormalla**  $Q_{imp}$  tarkoitetaan pyörän kiskoon kohdistamaa korkeataajuista enimmäisvoimaa.

**Dynaamisella kuormalla**  $Q_{max}$  tarkoitetaan standardin SFS-EN 14363:2005 /4/ mukaista, pyörän kiskoon kohdistamaa pystysuuntaista enimmäisvoimaa.

**Kuormaulottumalla (KU)** tarkoitetaan tilaa, jonka sisällä avovaunussa olevan kuorman on pysyttävä vaunun ollessa keskiasennossa suoralla tasaisella raiteella. Kuormaulottuma määritellään sellaisen vaunun mukaan, jonka telikeskiöväli on enintään 17 metriä.

**Kvasistaattisella pyöräpainolla**  $Q_{gst}$  tarkoitetaan pyörän kiskoon kohdistamaa pystysuuntaisen voiman keskimääräistä arvoa /4/.

**Kvasistaattisella poikittaissuuntaisella ohjausvoimalla**  $Y_{gst}$  tarkoitetaan pyörän kiskoon kohdistamaa poikittaissuuntaista ohjausvoimaa /4/.

**Liikkuvan kaluston ulottumalla (LKU)** tarkoitetaan tilaa, jonka sisällä liikkuvan kaluston on pysyttävä ollessaan paikallaan keskiasennossa suoralla tasaisella raiteella.

**Pyöräkerran aiheuttamalla poikittaissuuntaisella kokonaisvoimalla**  $\sum Y_{max}$  tarkoitetaan pyöräkerran raiteeseen kohdistamaa poikittaissuuntaisten voimien summaa /4/.

**Pyörän poikittaisvoiman Y ja pystysuuntaisen voiman Q suhteella**  $(Y/Q)_{max}$  tarkoitetaan pyörän kiskoon kohdistaman poikittaisvoiman Y ja pystysuuntaisen voiman Q suhdetta /4/.

**Kaksitieratatyökalusto** on ratatyöhön varatulla raiteella omalla konevoimallaan tai hinattavana liikkuva kalustoa. Tässä tarkoitettava kaksitieratatyökalusto ei kulje junana eikä vaihtotyönä.

**Telipaino** on teliin kuuluvien pyöräkertojen raiteeseen kohdistama yhteinen staattinen paino.

**Yksikkö** on juna tai muu raiteella liikkuva kalusto.

### 21.1.2 Tunnukset ja yksiköt

Taulukossa 21.1:1 on esitetty RATO:n osassa 21 käytetyt tunnuksat.

*Taulukko 21.1:1. Tunnukset ja yksiköt*

Tunnus	Selite	Yksikkö
$D, d$	Pyörän halkaisija	mm
$P_o$	Akselipaino	kN
$Q$	Pyörän pystyvoima	kN
$Q_{max}$	Pyörän kiskoon kohdistama pystysuuntainen enimmäisvoima	kN
$Q_{imp}$	Pyörän kiskoon kohdistama korkeataajuinen enimmäisvoima	kN
$Q_{gst}$	Pyörän kiskoon kohdistama pystysuuntainen kvasistaattinen voima	kN
$R$	Kaarteen kaarresäde	m
$V$	Nopeus	km/h
$Y$	Pyörän kiskoon kohdistama poikittaissuuntainen voima	kN
$Y_{gst}$	Pyörän kiskoon kohdistama kvasistaattinen poikittaissuuntainen ohjausvoima	kN
$\sum Y_{max}$	Pyöräkerran raiteeseen kohdistama poikittaissuuntainen kokonaisvoima	kN

## 21.2 Liikkuvan kaluston ulottuma

Liikkuvan kaluston staattinen ulottuma FIN1 on määritetty standardin SFS-EN 15273-2:2010 /5/ liitteessä F, jossa on myös määritelty sekä läntisen ja itäisen yhdysliikenteen että junalauttaliikenteeseen tarkoitettujen vaunujen ulottumalle asetetut vaatimukset.

Kallistuvakoristen junien on täytettävä liikkuvan kaluston ulottumaa koskevat määräykset.



## 21.3 Kaluston rataan aiheuttamat rasitukset

Liikennevirasto voi tarkkailla rataverkolla liikennöivän kaluston aiheuttamaa kuormitusta rataan asennettujen mittalaitteiden avulla ja kohdistaa asetetun raja-arvon ylitävälle kalustoyksikölle toimenpidevaatimuksia.

Kaluston on ennen käyttöönottoaan läpäistävä yhteentoimivuuden teknisissä eritelmissä määritetyt testit. Näiden testien tulosten perusteella Liikenteen turvallisuusvirasto TraFi voi myöntää käyttöönottoluvan.

### 21.3.1 Pystysuuntainen kuormitus

#### 21.3.1.1 Akselipaino sekä suurimmat nopeudet eri akselipainoilla

Suurin akselipaino määräytyy ratalinjoittain Rataverkon kuvauksessa esitettävän /6/ EN-rataluokituksen mukaisesti. Standardi SFS-EN 15528:2005 /7/ määrittää EN-rataluokitusta vastaavat kalustoluokat ja näille rataluokittain suurimmat sallitut akselipainot.

Pystysuuntaisen kuormituksen rajoittama suurin nopeus määräytyy Rataverkon kuvauksen /6/ mukaisesti henkilöjunille junakokoonpanon ja tavarajunan akselipainon perusteella. Innovatiivisiin ratkaisuihin perustuvilla tavaravaunuilla on erikseen esitettävien selvitysten perusteella mahdollista hakea Trafin käyttöönottolupaa yhteentoimivuuden teknisissä eritelmissä määritetyllä menettelyllä. Hakemukseen on liitettävä Liikenneviraston lausunto.

Raidevirtapiirien oikosulkuvaatimuksen vuoksi akselipainon tulee olla myös kuluneilla pyörillä ja jarruanturoilla vähintään 3,5 tonnia.

#### 21.3.1.2 Kuormauksen tasaisuus

Kuormatun kaksiakselisen vaunun akselipainojen suhde saa olla enintään 2:1. Vastavasti telivaunun telipainojen suhde saa olla enintään 3:1. Kuormatun akselin pyöräpainojen suhde saa olla enintään 1,25:1. Rataverkon kuvauksessa /6/ asetettuja enimmäisakselipainoja ei saa ylittää.

#### 21.3.1.3 Kvasistaattinen pyöräpaino

Suurin kvasistaattinen pyöräpaino  $Q_{qst}$  kaarteissa määräytyy kullekin ratalinjalle Rataverkon kuvauksen /6/ EN-rataluokitusta vastaavien kalustoluokkien mukaisesti. EN-rataluokitusta vastaavat kvasistaattiset pyöräpainot on esitetty taulukossa 21.3:1.

Taulukko 21.3:1. Kvasistaattisen pyöräpainon raja-arvot.

EN-rataluokka	Suurin kvasistaattinen pyöräpaino, $Q_{gst}$
C2, C3, C4, D2, D3, D4, D4xL ( $P_0 \leq 22,5$ t)	145 kN
E4 ja E5 ( $22,5$ t < $P_0 \leq 25$ t)	155 kN

**21.3.1.4 Dynaaminen kuormitus**

Pyörän kiskoon kohdistama pystysuuntainen enimmäisvoima  $Q_{max}$  määräytyy EN-rataluokan ja rataosan suurimman nopeuden perusteella taulukon 21.3:2 mukaisesti.

Taulukko 21.3:2. Dynaamisen pyöräkuorman raja-arvot.

EN-rataluokka	Rataosan suurin nopeus V [km/h]	Dynaamisen pyöräkuorman raja-arvot, $Q_{max}$
Kaikki	$V \leq 160$	200 kN
Kaikki	$160 < V \leq 200$	190 kN
Kaikki	$200 < V \leq 250$	180 kN
E4 ja E5	$V \leq 100$	210 kN

**21.3.1.5 Dynaaminen iskukuormitus**

Pyörän kiskoon kohdistaman dynaamisen iskuvoiman  $Q_{imp}$  raja-arvot on määritetty taulukossa 21.3:3. Tämä voima aiheutuu yleensä pyörän kulkupinnan vioista, kuten lovista, rosoista tai pyörän epäpyöreystä. Voimaa mitataan rataverkolle asennetuilla pyörävoimailmaisimilla.

Taulukko 21.3:3. Pyörän ja kiskon välisen dynaamisen voiman raja-arvot.

Käyttö	Voima $Q_{imp}$ [kN]	Toimenpide
Hälytys	350	julkaistaan Rataverkon kuvauksessa 1.7.2013
Varoitus	300	
Huomautus	250	

Käyttö	Dynaaminen kerroin $f_{dyn}$ [%]	Toimenpide
Hälytys	800	julkaistaan Rataverkon kuvauksessa 1.7.2013
Varoitus	600	
Huomautus	400	

### **21.3.1.6 Akselivälin vaikutus radan kuormitukseen**

Kun kalustoyksikön suurinta sallittua ajonopeutta on rajoitettava, kun pyöräkertojen etäisyys toisistaan on tavanomaista pienempi. Eri päällysrakenneluokilla sallitut ajonopeudet lasketaan Saller-Hankenin menetelmän mukaisesti (Liite 1).

### **21.3.2 Poikittaissuuntainen kuormitus**

#### **21.3.2.1 Rataan kohdistuvat poikittaisvoimat**

Pyöräkerran raiteeseen kohdistama suurin poikittaissuuntainen kokonaisvoima  $\Sigma Y_{max}$  kahden metrin matkalta on

$$\Sigma Y_{max} = k_1 \left( 10 + \frac{P_0}{3} \right) \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} k_1 \text{ (tavaravaunut)} &= 0,85 \\ k_1 \text{ (muu kalusto)} &= 1,0 \end{aligned}$$

Pyörän kiskoon kohdistama kvasistaattinen poikittainen ohjausvoima kaarteessa  $Y_{qst}$  saa olla enintään

$$(Y_{qst}) = (30 + 10500 / R) \text{ kN, missä } R \text{ on kaarten kaarresäde [m]}$$

#### **21.3.2.2 Poikittaissuuntaisen ja pystysuuntaisen voiman suhde**

Pyörän sivuttaisvoiman  $Y$  ja pystysuuntaisen voiman  $Q$  suhde ei saa ylittää kahden metrin matkalla arvoa 0,8 /8/:

$$[(Y/Q)_{2m}]_{\lim} = 0,8$$

### **21.3.3 Pituussuuntainen kuormitus**

Liikkuvan kaluston rataa kohdistamien pitkittäisvoimien rajoittamiseksi yksikön kiihtyvyys saa olla enintään 2,5 m/s<sup>2</sup>. Suurin hidastuvuus saa olla enintään 2,5 m/s<sup>2</sup>, kun yksikön kaikki jarrut jarruttavat.

Magneettisia kiskojarroja saa käyttää hätäjarrutuksessa päällysrakenneluokasta riippumatta. Pyörrevirtajarrujen ja muiden kitkaa tai magnetismia hyödyntämättömien jarrujärjestelmien käyttö on kielletty.

## 21.4 Tehollinen kartiokkuus

Nopeus- ja kartiokkuusalueet, joilla kalustoyksikkö on suunniteltu kulkemaan vakaasti, on määriteltävä.

Liikennevirasto vastaa raiteen tehollisen kartiokkuuden seurannasta ja ylläpidosta hallinnoimallaan rataverkolla siten, että kaluston operoidessa tietyllä rataosuudella tehollisen kartiokkuuden käyttöraja-arvoja on ylläpidettävä huomioiden rataosuuden ja sitä käyttävän kaluston ominaisuudet.

Taulukossa 21.4:1 on määritelty uuden pyöräprofiilin tehollisen kartiokkuuden suunnitteluraja-arvot nopeuden funktiona. Näitä vastaavat tarkastelutilanteet on esitetty taulukossa 21.4:2.

Käytönaikaiset raja-arvot määritetään myöhemmin.

*Taulukko 21.4:1 Nopeudesta riippuvat tehollisen kartiokkuuden suunnitteluraja-arvot uudelle pyöräprofiilille.*

Suurin nopeus [km/h]	Tehollisen kartiokkuuden raja-arvot	Tarkastelutilanteet (taulukko 21.4:2)
$S_n \leq 60$	-	-
$60 < S_n \leq 190$	0,30	1,2,3 ja 4
$190 < S_n$	0,25	1,2,3 ja 4

*Taulukko 21.4:2 Tehollisen kartiokkuuden tarkastelutilanteet.*

Tarkastelutilanne	Kiskon profiili	Kiskon kallistus	Raideleveys
1	60 E1*	1:40	1524 mm
2	60 E1*	1:40	1526 mm
3	54 E1*	1:40	1524 mm
4	54 E1*	1:40	1526 mm

\*Määritelty standardissa SFS-EN 13674-1:2003 + A1:2007 /9/

## 21.5 Pyöräkerrat

Yksikön akselien välinen etäisyys saa olla enintään 19 000 mm.

### 21.5.1 Pyörien mekaaniset ominaisuudet

Liikkuvan kaluston pyörien mekaanisten ominaisuuksien vaatimukset on esitetty Komission päätöksen 2011/291/EU kohdassa 4.2.3.5.2.2 /1/.

### 21.5.2 Pyörien välinen impedanssi

Vastakkaisten pyörien kulkupintojen välinen sähkövastus saa olla enintään:

- 0,01 ohmia, jos pyöräkerta on uusi tai uudelleen koottu
- 0,05 ohmia, jos pyöräkerta on kunnostettu

Vastus mitataan käyttäen tasajännitettä, jonka suuruus on 1,8–2,0 V<sub>DC</sub> virtapiiriin ollessa avoin.

### 21.5.3 Pyörän profiili ja pyöräkerran mitat

Suomen rataverkon kiskotuksen yhteentoimivuutta ylläpidetään S1002 -pyöräprofiilin /10/ mukaisena. Liikenneviraston suostumuksella on lisäksi sallittua käyttää liitteessä 2 esitettyjä pyöräprofiileja. Muiden pyöräprofiilien soveltuvuus on voitava osoittaa Liikennevirastolle ennen niiden käyttöönottoa.

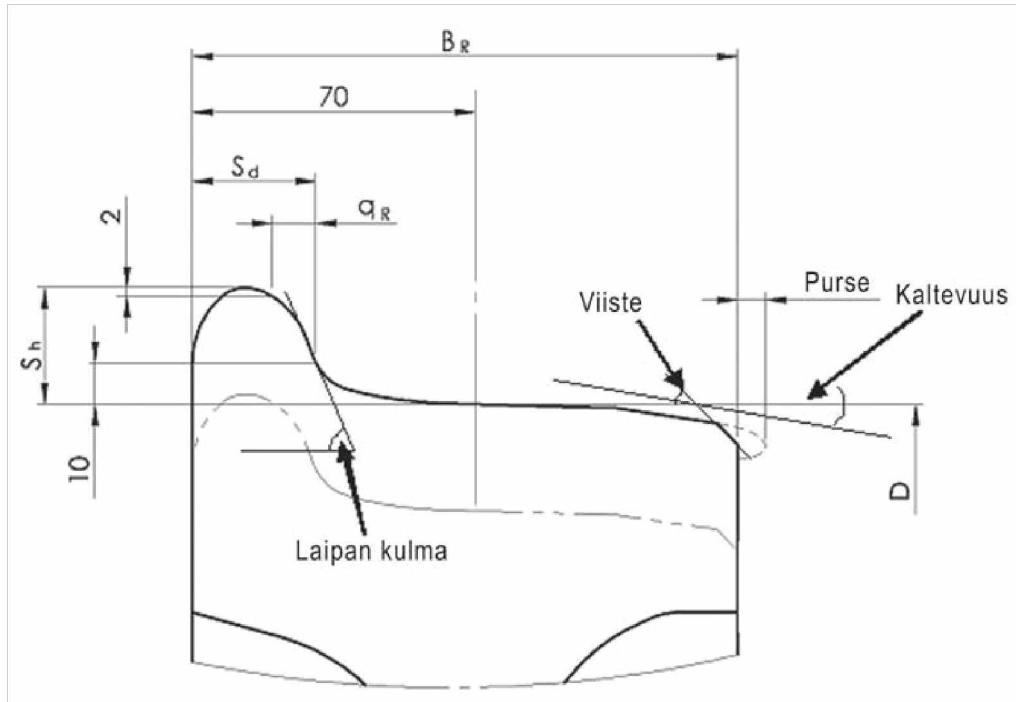
Itäisen yhdysliikenteen pyöräkerroissa voidaan käyttää GOST-standardin /11/ mukaista pyöräprofiilia.

Taulukossa 21.5:1 ja kuvassa 21.5:1 on esitetty Suomen sisäisessä ja läntisessä yhdysliikenteessä käytettävät pyörän mitat.

Taulukko 21.5:1 Suomessa käytettävät pyörän mitat /1/.

Nimike	Pyörän halkaisija D [mm]	Nimellismitta [mm]	Alaraja [mm]	Yläaraja [mm]
Kehän leveys (B <sub>R</sub> + reunapurse)	D ≥ 400	135 ± 1	134	136
		140 ± 1*	139*	141*
Laipan paksuus (S <sub>D</sub> )	D ≥ 840	32,5	22	33
	840 > D ≥ 760	32,5	25	33
	760 > D ≥ 400	32,5	27,5	33
Laipan korkeus (S <sub>H</sub> )	D ≥ 760	28	27,5	36
	760 > D ≥ 630	30	29,5	36
	630 > D ≥ 400	32	31,5	36
Laipan jyrkkyys (q <sub>R</sub> )	D ≥ 400	-	6,5	-

\* koskee vetokalustoa

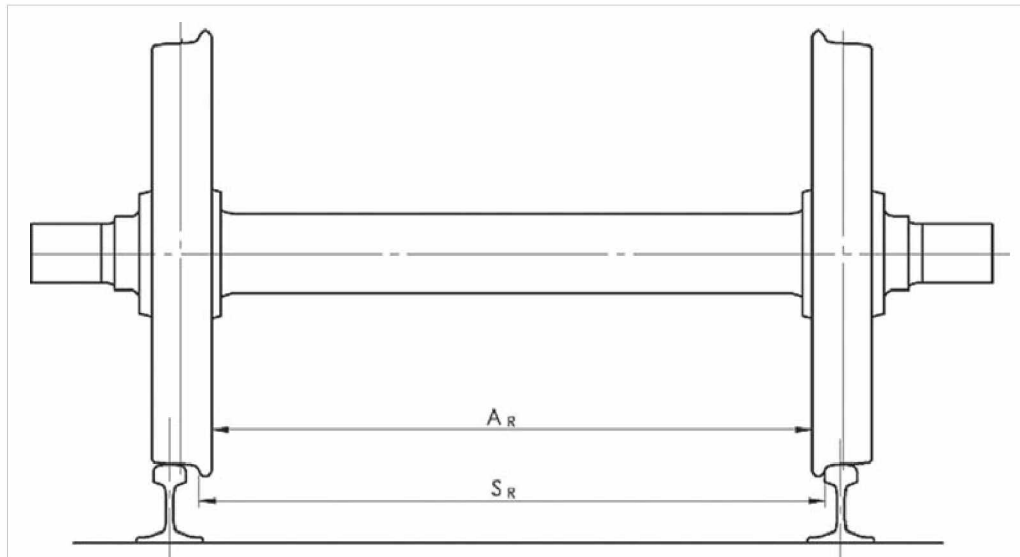


Kuva 21.5:1 Pyöräprofiilin mitat.

Taulukossa 21.5:2 ja kuvassa 21.5:2 on esitetty Suomessa käytettävät pyöräkerran mitat. Poikkeava mitoitus on hyväksyttävä tapauskohtaisesti erikseen.

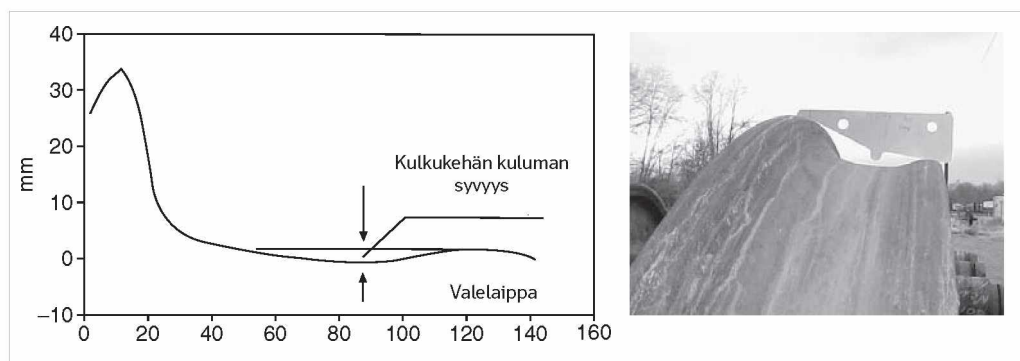
Taulukko 21.5:2. Suomessa käytettävät pyöräkerran mitat. Suluissa esitetyt mitat koskevat GOST-standardin mukaista kalustoa /11/.

Nimike	Pyörän halkaisija D [mm]	Nimellismitta [mm]	Alaraja [mm]	Yläraja [mm]
Laipan ulkopintojen etäisyys ( $S_R$ )	$D \geq 725$	1510 (1506)	1487 (1487)	1514 -
	$725 > D \geq 400$	-	1506	1509
Laipan sisäpintojen etäisyys ( $A_R$ )	$D \geq 725$	$1445 \pm 1$ ( $1440 \pm 1$ )	1442 (1437)	1448 (1443)
	$725 > D \geq 400$	$1445 \pm 1$	1444	1446



Kuva 21.5:2 Pyöräkerran mitat.

Pyörän kulkukehän kuluma (hollowness) saa olla enintään 2 mm (Kuva 21.5:3).



Kuva 21.5:3 Pyörän kulkukehän kuluma.

#### 21.5.4 Pyörän halkaisija

Pyörän ja kiskon välisen kosketuspaineen rajoittamiseksi pyörän halkaisijan on oltava eri akselipainoilla vähintään taulukon 21.5:3 mukainen.

Taulukko 21.5:3 Akselipainon ja pyörän halkaisijan suhde.

Akselipaino [t]	25	22,5	20	18	16	14	12	10	7,5	5
Vähimmäishalkaisija [mm]	840	840	840	760	680	630	550	470	400	400

Kun kalustoyksikön suurin nopeus on enintään 100 km/h, pyörän halkaisijan on oltava vähintään 400 mm. Suuremmilla nopeuksilla ( $100 < V \leq 250$  km/h) minimihalkaisija lasketaan kaavalla  $D = 150 + 1,8V$ , jossa  $V$  on kaluston suurin nopeus [km/h]. Risteysvaihteista kulkemaan tarkoitetun kaluston yksittäisakselille asennetun pyörän halkaisijan on oltava vähintään 790 mm. Kaksitieratatyökoneiden pyörien mittavaatimukset sisältävät Liikenneviraston Ratatyökalusto-ohjeeseen.

## 21.6 Pyörien ja kiskon välisen kitkan hallinta

### 21.6.1 Laipan voitelu

Kiskojen ja pyörien kaarteissa tapahtuvan liiallisen kulumisen estämiseksi junissa on oltava laipan voitelujärjestelmä.

Voiteluaine ei saa liata pyörän tai kiskon kulkupintaa eikä häiritä raidevirtapiirien toimintaa. Voiteluaine ei saa kertyä kiskon kulkupinnalle eikä se saa olla ympäristölle haitallista.

Liikenteen turvallisuusvirasto antaa laipan voitelusta tarkemmat määräykset.

### 21.6.2 Hiekoitus

Hiekoituksesta on voimassa sen lisäksi mitä Komission päätöksessä 2012/88/EU /12/ säädetään:

Kiskoja voidaan hiekoittaa jarrutus- ja vetovoiman parantamiseksi. Hiekoituslaitteen käyttö vaihteiden kohdalla on kielletty. Hiekan kertymistä raiteelle tulee välttää. Kiskoille laskettavan hiekan sallittu enimmäismäärä riippuu nopeudesta seuraavasti:

- $V < 140 \text{ km/h}$ : 400 g + 100 g / 30 s
- $V \geq 140 \text{ km/h}$ : 650 g + 150 g / 30 s

Yksiköissä, joissa on hajautettu hiekoituslaitteisto, hiekoitusta saa käyttää ensimmäisessä ja viimeisessä sekä näiden välissä olevissa vaunuissa, kun hiekoittavien akseleiden välissä on vähintään seitsemän akselia. On sallittua yhdistää tällaisia junayksiköitä ja käyttää kaikissa kytketyissä päissä olevia hiekoituslaitteita.

Veturien vetämissä junissa saa käyttää kaikkia hiekoituslaitteita hätäjarrutuksessa ja täydessä käyttöjarrutuksessa. Muissa tapauksissa saa käyttää enintään kuutta hiekoituslaitetta kiskoa kohti.

Jarrutushiekalla on oltava seuraavat ominaisuudet:

- luonnonhiekkaa tai luonnonkivistä murskattua
- jyvät kiinteitä, rapautumattomia, teräväreunaisia ja epäsäännöllisiä
- kovuus vähintään 5 Mohsin asteikolla
- koostumuksessa on oltava vähintään 40 %  $\text{SiO}_2$  (kvartsi)
- kuivaa, ei epäpuhtauksia eikä paakkuuntuvia aineksia
- savi-, hiesu- tai sidosainepitoisuus enintään 2 %

Taulukko 21.6:1 Hiekan raekokojakautuma

[mm]	< 0,10	0,10 - 0,63	0,63 - 0,80	0,80 - 1,60	1,60 - 2,00	2,00 - 2,50	> 2,50
%	0	< 5	< 30	> 50	< 30	< 5	0



## 21.7 Junan kokoonpano, veto- ja jarrutuskyky

Rataosien mitoittavat junapituudet ovat 550, 625, 725, 825 ja 925 metriä. Liikennepaikkojen pisimmät sivuraiteet luetellaan vuosittain julkaistavassa Rautateiden verkkoselostuksessa /13/.

Junaa koottaessa on huomioitava Liikenteen turvallisuusviraston määräys RVI/363/412/2008 ”Junan jarrutuskyky sekä jarrujen tarkastus ja koettelu” /14/ erityisesti junan jarrupainoprosentin ja suurimman nopeuden osalta. Määräyksessä esitetyt jarrupainoprosentit soveltuvat radalle, jolla opastinvälin määräävä lasku on enintään 5 ‰.

Lisäksi on huomioitava Liikenteen turvallisuusviraston määräys RVI/725/412/2008 ”Tavaravaunujen suurimmasta sallitusta kuormasta, junapainosta ja junan kokoonpanosta” /15/ erityisesti junapainon vaikutuksesta junan nousukykyyn. Rataosien määräävä pituuskaltevuus kerrotaan kaksi kertaa vuodessa julkaistavassa Rataverkon kuvauksessa 7.2 /6/.

## 21.8 Kuormaus ja kuljetus

Kuormaulottuma on määritelty Rataverkon kuvauksen /6/ luvussa 6.1.

Kuormattaessa sähköistetyllä raiteella on noudatettava Liikenneviraston ohjeita RATO 5 Sähköistetty rata /16/ ja RATO 7 Rautatieliikennepaikat /17/.

Kuljetuksen ja kuormauksen aikana on vältettävä kuormattavan aineen tai tavarán putoamista radalle tai kuormauspaikalle. Pudonnut aine tai tavara on poistettava välittömästi, jotta se ei jää heikentämään radan tai kuormauspaikan toimintakykyä. Myös kuormauksessa tai kuormaa purettaessa liikkuvaan kalustoon jääneen ylimääräisen aineen tai tavarán kulkeutuminen kaluston rakenteissa radalle on estettävä.

Kalustosta ei saa vuotaa tai haihtua ympäristölle haitallisia aineita.

Liikennevirasto voi tarkkailla liikkuvasta kalustosta putoavan ja vuotavan materiaalin tai aineen määrää ja asettaa toimenpidevaatimuksia operaattorille, jos materiaalista tai aineesta on haittaa tai vaaraa turvallisuudelle tai ympäristölle.

## 21.9 Tiedonsiirto

Liikenneviraston hallinnoimalla rataverkolla olevien liikkuvan kaluston valvontalaitteiden yhteydessä junat voidaan tunnistaa RFID-lukijoilla (Radio Frequency Identification). Valvontatiedon jakelu edellyttää kaluston varustamista RFID-tunnistein. Välittömiä toimenpiteitä edellyttävät valvontalaittehälytykset välitetään junahenkilökunnalle kuitenkin myös tunnisteettomien kalustoyksiköiden ollessa kyseessä.

### 21.9.1 Asennusvaatimukset

Tämän ohjeen soveltamisalaan kuuluva liikkuva kalusto on voitava varustaa standardin EPC Gen 2 ISO 18000-6C mukaisella etäluettavalla RFID-tunnisteella. Tunniste asennetaan kalustoyksikköön siten, että se on kaikissa kuormaustiloissa ja sääolosuhteissa luettavissa raiteen viereen asennetuin laittein. Asennettavien tunnistaiden on lisäksi oltava luettavissa kalustoyksikön liikkuessa suurinta sallittua nopeuttaan. RFID-tunnisteet asennetaan kalustoyksikköön siten kuin komission päätöksen 2006/861/EY (tavaravaunu-YTE) liite F edellyttää /2/.

Kalustossa tai sen kuormassa mahdollisesti olevat muut etäluettavat tunnistaidet eivät saa häiritä tämän ohjeen tarkoittamia tunnistaidet eivätkä niiden lukijalaitteita.

Kaluston haltija tai omistaja vastaa mahdollisten tunnistaidet koskevien käyttöönottolupien hankinnasta sekä tunnistaidet hankinta-, asennus- ja ylläpitokustannuksista. Liikennevirasto vastaa lukijalaitteiden ja niihin välittömästi liittyvän tietojärjestelmän ylläpidosta.

### 21.9.2 Valvontatiedon hallinnointi

Liikennevirasto hallinnoi valtion rataverkolle asennettavia lukulaitteita ja niihin liitettyä tietojärjestelmää. Valvontatieto on kaluston ylläpito-organisaation saatavissa ja hyödynnettävissä esimerkiksi ennakoivaa kunnossapidon suunnittelua varten. Tietoja voidaan perustellusta syystä luovuttaa myös turvallisuusviranomaiselle.

### 21.9.3 Tunnistaidet sisältö

Tunnistaisiin on merkittävä kalustoyksikön rekisteröintitunnus sellaisena kuin se on kirjattu kansallisen turvallisuusviranomaisen ylläpitämään kalustorekisteriin. Tunnistaiseen on lisäksi merkittävä, kumpi kalustoyksikön pääty on sen asennuspaikan vasemmalla puolella kalustoyksikköä kohtisuoraan sivusta katsottaessa (ks. taulukot 21.9:1 ja 21.9:2).

Tunnistaidet sisällön on noudatettava standardia EPC GIAI-96.

Taulukko 21.9:1 RFID-tunnisteen sisältö (binäärijärjestelmän mukaisena).

Bittipositio	Pituus	Kuvaus	Arvo
1-8	8	Header	00110100 (kiinteä)
9-11	3	Filter value	000 (kiinteä)
12-14	3	Partition	101 (5, 7-numeroinen omistajatunnus)
15-38	24	Omistajatunnus (Company prefix)	7-numeroinen
39-96	58	Tunnistenumero (Individual Asset Reference)	17-numeroinen tunniste.  Kalustonumero (12 numeroa tarkistusmerkkeineen), kylkitieto ja muut mahdolliset lisätiedot koodataan yhteen, taulukko 21.9:2.

Taulukko 21.9:2 Tunnistenumeron sisältö (10-järjestelmän mukaisena)

Bittipositio	Sisältö	Koodaus
1	Kylkitunniste	0 = ei käytössä 1 = ei käytössä 2 = A-pää (esim. käsijarrupää) 3 = B-pää (esim. ei-käsijarrupää) 4-9 = varattu
2-5	Varattu	Varattu, täytetään nolilla
6-17	Kalustonumero	12-numeroinen kalustonumero tarkistusmerkkeineen.

## 21.10 Ympäristöolot

Rataverkolla liikkuvan kaluston tulee toimia Suomen sääolosuhteissa ja on osoitettava, että liikkuva kalusto täyttää Suomen sääolosuhteille komission päätöksessä 2011/291/EU (4.2.6.1) /1/ asetetut erikoisvaatimukset seuraavin poikkeuksin:

- kaluston on toimittava standardissa EN 50125-1:1999 /18/ määritellyn lämpötilavyöhykkeen T2 mukaisissa olosuhteissa (-40 °C ... +35 °C)
- kaluston on toimittava komission päätöksen 2011/291/EU /1/ kohdan "4.2.6.1.5 Lumi, jää ja rakeet" mukaisissa talviolosuhteissa lumikinosvaatimusta lukuun ottamatta
- kosteuden osalta on täytettävä komission päätöksen 2011/291/EU /1/ kohdan 4.2.6.1.3 vaatimukset sillä poikkeuksella, että huomioon otettavan lämpötilan muutosvälin on oltava 60 K
- jarrujärjestelmän osalta on komission päätöksen 2011/291/EU /1/ jarrutustehoa koskevien vaatimusten täyttyminen talvioloissa osoitettava, mikä katsotaan täytetyksi, jos
  - junayksiköissä tai matkustajavaunuissa, joiden nimellisa nopeus ylittää 140 km/h, on magneettinen kiskojaru vähintään yhdessä telissä
  - junayksiköissä tai matkustajavaunuissa, joiden nimellisa nopeus ylittää 180 km/h, on magneettinen kiskojaru kaikissa teleissä

## 21.11 Sähkölaitteet ja valtion rataverkolla käytettävät sähköjärjestelmät

Tässä luvussa esitetään ne kalustoa koskevat tekniset vaatimukset, joiden tulee täyttyä liikennöitäessä Suomen valtion rataverkolla 25 kV AC 50 Hz sähköistysjärjestelmää hyödyntäen. Lisäksi esitetään rataverkon 1500 V ja 230/400 V -sähkönsyöttöjärjestelmien käyttöön liittyvät vaatimukset. Järjestelmiä tarkastellaan rataverkon mekaanisten ja sähköisten ominaisuuksien osalta.

Tämän asiakirjan osat 21.11.1 "Sähköratajärjestelmän tekninen kuvaus" ja 21.11.2 "Sähköratajärjestelmän sähkövetokalustolle asettamat vaatimukset" käsittelevät ratajohtojärjestelmää ja sen asettamia vaatimuksia sähkövetokaluston virroittimelle ja kaluston sähköjärjestelmille.

Osassa 21.11.3 "Rautatieympäristössä esiintyvien sähköisten häiriöiden määrittely" esitetään vaatimuksia, joiden tulee täytyä sujuvan ja turvallisen rautatieliikennöinnin takaamiseksi.

Liikkuvan kaluston ulkoverkkoliitännät on toteutettu joko 230/400 V -järjestelmällä tai 1500 V -järjestelmällä, joita käsitellään osassa 21.11.4 "Liikkuvan kaluston ulkoverkkoliitännät".

### 21.11.1 Sähköratajärjestelmän tekninen kuvaus

#### 21.11.1.1 Yleistä

Ajojohtimen alempi osajohdin, ajolanka, välittää sähkövetokalustolle sen tarvitseman tehon virroittimen välityksellä.

Sähköradan ajojohtimen nimellijännite on 25 kV ja taajuus 50 Hz.

2 × 25 kV -järjestelmässä vastajohtimelle syötetään ajojohtimeen nähden vastakkaisvaiheinen 25 kV:n ja 50 Hz:n jännite. Vetokaluston kannalta 25 kV:n ja 2 × 25 kV:n järjestelmillä ei ole eroa.

#### 21.11.1.2 Jännite

Jännitteellä tarkoitetaan tässä sähkövetokaluston virroittimella esiintyvää jännitettä, joka on sähköradan ajojohtimen ja paluukiskon välinen potentiaaliero.

Taulukko 21.11.1. Standardin EN 50163:2004 /19/ mukaiset jännitteet

alin ei-pysyvä jännite (<10 min)	17500 V
alin pysyvä jännite	19500 V
nimellijännite	25000 V
suurin pysyvä jännite	27500 V
suurin ei-pysyvä jännite (<5 min)	29000 V
pitkäaikainen (0,02-2 s) ylijännite	38750 V

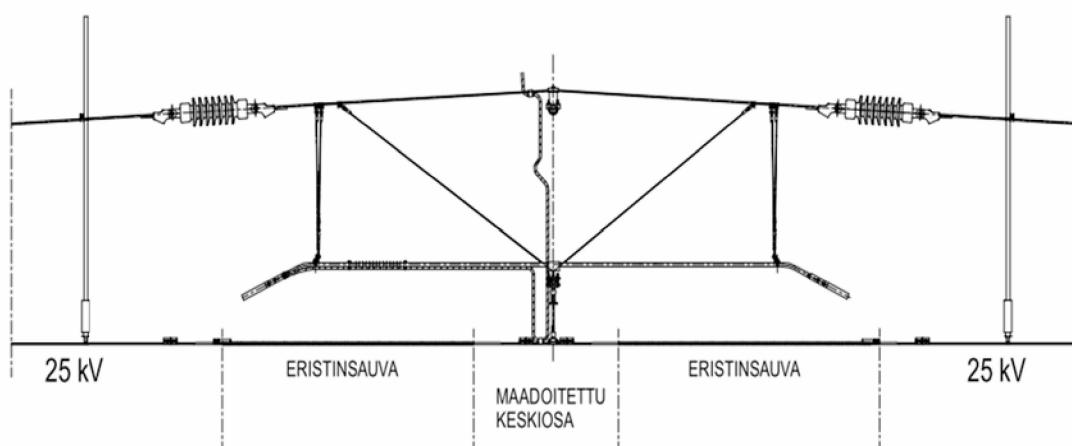
### 21.11.1.3 Taajuus

Taulukko 21.11:2. Standardin EN 50163:2004 /19/ mukaiset taajuudet

pienin taajuus	49 Hz
nimellistaajuus	50 Hz
suurin taajuus	51 Hz

### 21.11.1.4 Erotusjakso

Erotusjakson eristyssauvan pituus on joko 1100 mm tai 1854 mm.



Kuva 21.11:1: Esimerkki Suomessa käytettävistä erotusjaksoista

Erotusjakson kohdalla sähkövetokaluston pääkatkaisijan on oltava avattuna. Sähkövetokalusto on varustettava antureilla, jotka raiteeseen sijoitettujen magneettien vaikutuksesta avaavat pääkatkaisijan ennen erotusjaksoa ja sulkevat sen erotusjakson jälkeen.

Liikkuvan kaluston tulee tunnistaa erotusjakso, jonka sijainnin ilmoittaa taulukon 21.11:3 parametreilla asennettu erotusjaksomagneetti. Magneetit on asennettu molemmiin puolin erotusjaksoa. Niiden ja erotusjakson välinen etäisyys riippuu radan suurimmasta ajonopeudesta taulukon 21.11:4 mukaisesti.

Taulukko 21.11:3. Erotusjaksomagneetin magneettivuon tiheys

Etäisyys erotusjakso- magneetin pinnasta [cm]	Magneettivuon tiheys [mT = mVs/m <sup>2</sup> ] t = 20 °C
10	27,5
15	15
20	10

Erotusjaksomagneetin tarkempia spesifikaatioita on esitetty liitteen 3 kuvissa 1 ja 2.

Taulukko 21.11:4

*Erotusjaksomagneetin keskipisteen etäisyys erotusjakson magneetinpuoleisen eristimen jännitteisestä päästä*

50 km/h	60 km/h	120 km/h	160 km/h	220 km/h
15 m	16 m	23 m	27 m	34 m

#### 21.11.1.5 Ajojohdin

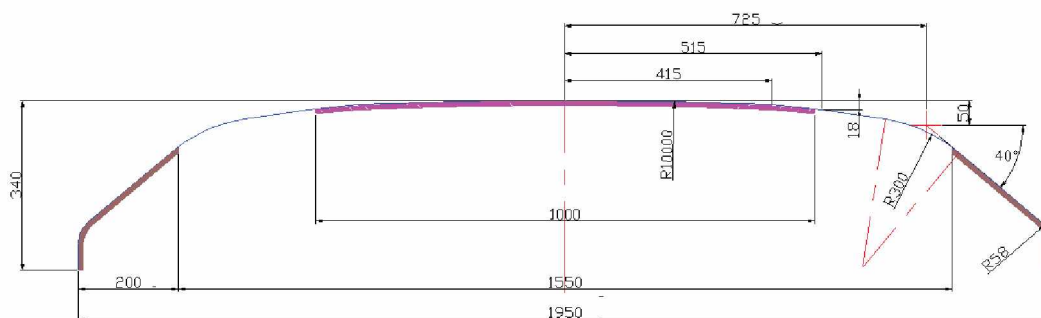
Ajojohdin koostuu ajolangasta ja kannattimesta sekä niiden välisistä ripustimista. Virroitin ottaa tehoa ajolangasta, joka on ajojohtimen alempi osajohdin. Ajojohdinjärjestelmää käsitellään mm. asiakirjassa EN 50119:2009 /23/.

Ajolangan suurin sallittu suunnittelukorkeus kiskon selästä on 6,50 m ja virroittimen aiheuttama noste huomioiden 6,60 m. Ajolangan pienin sallittu korkeus on 5,60 m. Tavanomainen ripustuskorkeus on 6,15 m. Ripustuskorkeuden kunnossapitotoleranssi on yleensä 0,05 m alaspäin ja 0,30 m ylöspäin normaaliarvosta.

#### 21.11.2 Sähköratajärjestelmän sähkövetokalustolle asettamat vaatimukset

##### 21.11.2.1 Virroitin

Suomessa sallitun virroittimen profiilin mitat on esitetty kuvassa 21.11:2.



Kuva 21.11:2: 1950 mm leveän virroittimen keskiputken profiili /20/

Virroittimen ja ajolangan yhteentoimivuuden varmistamiseksi on otettava huomioon seuraavat tekijät:

- 1) Staattiset ja aerodynaamiset tekijät, joihin vaikuttavat virroittimen rakenne ja kontaktihiilien materiaali, kalustoyksikön muoto ja virroittimen sijainti kaluston katolla.
- 2) Kontaktihiilen ja ajolangan on oltava yhteentoimivia. Valtion rataverkolla saa käyttää puhdasta hiiltä. Metalliseostetun hiilen käyttö on sallittu vain Liikenneviraston luvalla.
- 3) Ajojohtimen ja virroittimen (tai virroittimien) on oltava yhteentoimivia yhdellä tai useammalla yhteenkytketyllä yksiköllä ajettaessa.



- 4) Samanaikaisesti käytettävät virroittimet voivat häiritä toisiaan. Virroittimien määrän ja keskinäisen etäisyyden vaikutus moniajossa on testattava.
- 5) Kalustoyksikön kaikkien virroittimien toimivuudesta molempiin ajosuuntiin on varmistuttava testein.

Virroittimen pystysuuntaisen toiminta-alueen tulee olla vähintään 5,6–6,6 m kiskon yläpinnasta mitattuna.

Virroittimen ja ajolangan vuorovaikutusominaisuudet on mitattava standardin EN 50317:2002 /21/ mukaisesti.

Virroitin on voitava nostaa ja laskea kalustoyksikön suurimmalla sallitulla ajonopeudella. Virroittimen laskeutumisen on täytettävä standardien EN 50206-1:2010 /22/ ja EN 50119:2009 /23/ vaatimukset laskeutumisajasta ja -etäisyydestä. Virroitin on varustettava painekeytkimellä, joka avaa pääkatkaisijan ennen virroittimen irtoamista ajolangasta, kun paine virroittimen nostojärjestelmässä vuodon tai muun vian vuoksi laskee.

Suomen valtion rataverkolle käyttöön tulevan kaluston virroitin on varustettava pikalaskulaitteella (ADD, Automatic Dropping Device), joka hiilen vahingoittuessa laskee virroittimen nopeasti alas ennen kuin ajolanka ehtii vaurioitua.

Virroittimen kelkan leveyden tulee olla 1950 mm. Sähköä johtavan alueen tulee olla vähintään 1550 mm leveä. Virroittimen keskiputken profiilin tulee olla kuvassa 21.11.2 esitetyn kaltainen.

Virroittimen kelkan pituus (kontaktihiilien ulkoreunojen välinen etäisyys) saa olla enintään 422 mm.

Hiiltien hyötypituuden tulee olla vähintään 1100 mm, leveys saa olla enintään 42 mm ja keskiviivojen välinen etäisyys enintään 380 mm. Virroittimen rakenteen ja hiilen muodon tulee olla sellainen, että aerodynaaminen voima (= staattinen nostovoima + ajonopeudesta riippuva aerodynaaminen noste) pysyy vakiona hiilen kuluessa.

Virroittimen staattisen nostovoiman on paikallaan oltaessa oltava 60...90 N. Nostovoiman sallittu muutos nopeuden funktiona esitetään standardin EN 50367:2012 /20/ kohdassa 7.3.

Virroittimen on kestävä veturin ottama suurin lyhytaikainen virta ja suurin jatkuva virta. Virroittimen läpi kulkeva oikosulkuvirta 6,3 kA/200 ms ei saa vahingoittaa virroitinta.

#### **21.11.2.2 Sallittu tehon otto**

Vetokaluston toiminta ei saa aiheuttaa ratajohdon jännitteen raja-arvojen ylittymistä.

Yli 2 MW:n tehoiset yksiköt on varustettava tehonrajoittimella EN 50388:2012 /24/ kohdan 7.3 mukaisesti.

**21.11.2.3 Sähköenergian siirto vetokalustosta ajojohtimeen**

Sähkövetoinen kalusto saa jarruttaessaan siirtää tehoa kalustosta ajojohtimeen. Energiansyötön tulee tällöin kuitenkin katketa, jos:

- syöttöjännite katoaa ratajohdosta,
- ratajohto on oikosulussa kiskon tai maan kanssa,
- ratajohto ei pysty vastaanottamaan energiaa,
- ratajohdon jännite on suurempi kuin  $U_{\max 2}$  (EN 50163:2004, 4.1 /19/),
- kalusto saapuu erotusjaksoon.

Näissä tapauksissa on käytettävä muita jarrutustapoja.

**21.11.3 Rautatieympäristössä esiintyvät sähköiset häiriöt****21.11.3.1 Ratajohtosähkön häiriöt**

Sähkövetokaluston yliaaltovirrat aiheuttavat ratajohtoon yliaaltojännitteitä, joiden suuruuteen vaikuttavat ratajohdon kytkentätilanne ja vetokaluston sijainti syöttö-asemaan nähden.

Ilmastolliset ylijännitteet ja kytkentäylijännitteet on otettava huomioon komponenttien ja ilmapääläien mitoituksessa /25/. Sähkövetokalusto on varustettava ylijännitesuojauksella.

**21.11.3.2 Oikosulku**

Oikosulkuvirta voi sähköratajärjestelmässä olla jopa 8 kA. Oikosulun sattuessa syöttöaseman katkaisija laukaisee syöttöjännitteen pois 0,1-0,5 sekunnissa.

Jälleenkytkentäautomaatiikan ollessa käytössä jännitteen jälleenkytkentäyritys tapahtuu 4 sekunnin kuluttua oikosulusta.

**21.11.3.3 Sallittu virran särö 25 kV:n ratajohdossa**

Virran särö 25 kV:n ratasähköjärjestelmässä saa olla enintään 6 %. Särö tulee mitata noin 200 km:n pituisella testiajolla kaluston ollessa normaalissa käytössä.

Virran särön laskentakaava on

$$D_i = \frac{I_d}{I_1}$$

missä särövirta  $I_d = \sqrt{\sum_f I_f^2}$  ja  $I_1$  = nimellisvirta perustaaajuudella. Virran säröprosentti saadaan kaavalla

$$D_{\%} = D_i * 100\%$$

**21.11.3.4 Sallitut yliaaltovirrat ja virran tasakomponentti 25 kV ratajohdossa**

Veturin, junayksikön tai yhteenkytkettyjen veturien tai junayksiköiden aiheuttamat harmoniset yliaaltovirrat 25 kV ratajohdossa (25 kV paluuvirtapiirissä) saavat olla enintään liitteen 4 taulukkojen 1-4 mukaiset.

Tasavirran vaikutuksia 25 kV:n ratasähköjärjestelmään ja 110 kV järjestelmään on esitelty liitteen 4 kuvassa 1.

#### **21.11.3.5 Merkinantojärjestelmä ja raidevirtapiiri**

Sähkövetokalusto ei saa yksin eikä moniajossa ylittää taulukon 21.11:5 paluuvirran arvoja.

*Taulukko 21.11:5: Yliaaltovirtojen raja-arvot*

<b>Kaistanleveys (-3 dB:n pisteet)</b>	<b>Virran tehollisarvo [A]</b>	<b>Aika [s]</b>
DC - 2.4 Hz	3.8	10
22 Hz – 28 Hz	1.0	1
72 Hz - 78 Hz	1.0	1
80 Hz – 86 Hz	1.0	1
122 Hz – 128 Hz	1.0	1

Taajuusalueella DC...2.4 Hz esiintyvän virran terminen komponentti saa olla enintään 7 A laskettuna 10 s aikajaksolla. Taulukon arvoja sovelletaan myös moniajossa muodostuvaan kokonaisvirtaan.

Suurin jatkuva tasavirta 25 kV:n ratajohdossa saa olla enintään 3 A.

Kalustossa, jossa on yliaaltojen valvontalaitteisto, sallitaan yliaaltovirran asetteluarvoksi 20 A (DC) epätavallisissa olosuhteissa.

#### **21.11.3.6 Akselinlaskija**

Liikkuvaan kalustoon ei saa asentaa akselinlaskijan toimintaa mahdollisesti häiritseviä laitteita tai rakenteita.

#### **21.11.3.7 Kaluston päämuuntajan kytkentävirtasysäys**

Kaluston päämuuntajan, eli 25 kV:n muuntajan, kytkentävirtasysäyksen sallitut ensimmäisen ja 35. jakson huippuarvojen raja-arvot muuntajan tehon funktiona on annettu liitteen 4 kuvassa 2. Näiden arvojen todentamisen lisäksi on laskettava muuntajan kytkentävirtasysäyksen tehollisarvo  $I_{RMS}$  aikavälille 0...3 s.

$$\left( I_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \times \int_0^{T=3s} i^2 \times dt} \right)$$

Taulukko 21.11:6 3 MW ja 6 MW muuntajan sallittu kytkevävirtasysäys

Muuntaja	Kytkevävirtasysäys	
	3 MW	6 MW
Ensimmäisen jakson virta t = 10 ms	< 320 A	< 500 A
35. jakson virta t = 690 ms	< 190 A	< 300 A
Tehollisarvo t = 0...3 s	≤ 40 A	≤ 80 A

Mittaustilanne:

- Jännite 25 kV, 50 Hz
- Kytkevähetki jännitteen nollassa

### 21.11.3.8 Rautatieympäristössä käytettävät radiotaajuudet

Liikkuva kalusto ei saa aiheuttaa ympäristöönsä haitallisia radiotaajuisia häiriöitä eikä häiriintyä ulkopuolisten lähteiden aiheuttamista häiriöistä. Raja-arvot ja häiriöiden mittaolosuhteet on määritelty standardissa EN 50121-3-1 /26/.

Liikuvassa kalustossa käytetään taulukossa 21.11:7 esitettyjä radiotaajuuksia.

Taulukko 21.11:7 Liikuvassa kalustossa käytettävät radiotaajuudet

	f [MHz]
Linjaradio	167 - 173
GSM-R	876 - 880 ja 921 - 925
GSM/UMTS 900	880 - 915 ja 925 - 960
UMTS	1920 - 1980 ja 2110 - 2170
WLAN	2400 ja 5000

Taulukon 21.11:7 taajuuksien lisäksi käytetään taajuusaluetta 453 - 468 MHz. Kalustoon asennettavat laitteet eivät saa aiheuttaa voimakkaita häiriösignaaleja näillä taajuuksilla.

### 21.11.3.9 Psofometrinen virta

Kaluston analogisiin teleyhteyksiin aiheuttamia yliaaltovirtoja kutsutaan psometrisiksi virroiksi. Tietoliikennekaapeleille sallittu häiriö lasketaan kaavalla

$$I_{pe} = \frac{1}{p_{800}} \sqrt{\sum_{n=1}^{\infty} (p_f \times I_f)^2}$$

missä  $I_f$  on kyseisellä taajuudella ajojohtimessa esiintyvä virta ja  $p_f$  psometrinen painokerroin, joka määritellään lähteessä /27/.

Suurin sallittu psfometrisen virran arvo saadaan kaavasta

$$I_{pe,max}[A] \leq 2 \times \sqrt{P [MW]}$$

missä P [MW] on junayksikön ottama nimellisteho virroittimen kohdalla pois lukien lämmitykseen käytetty teho ja  $I_{pe,max}$  on suurin sallittu psfometrisen virta 25 kV:n ajojohtimessa keskiarvoistettuna minuutin ajan.

#### **21.11.4 Liikkuvan kaluston ulkoverkkoliitännät**

##### **21.11.4.1 1500 V -järjestelmän kuvaus**

1500 V -järjestelmä toimii 50 Hz taajuudella. Kaluston 1500 V -järjestelmät on esitetty UIC-määrelehdissä 550 /28/ ja 552 /29/.

1500 V -syöttökeskus on pysäköintiraiteen vieressä oleva 1500 V -keskus. Kaikki syöttökeskukset on varustettu varmuus- ja valvontalaitteilla siten, ettei pistotulpalla pääse tekemään vahingossa jännitteellistä kytkentää. Syöttökeskus ei syötä, kun siinä palaa vihreä tai sininen 1500 V -merkkivalo.

Vaunumuuntajien kytkentävirtasysäys saa olla enintään 12 A.

##### **21.11.4.2 1500 V -pistorasia**

Pistorasian rakenne on esitetty UIC-määrelehdessä 552 /29/.

Pistorasia avautuu UIC-määrelehden 552 /29/ mukaisella avaimella. Järjestelmän käytössä tulee noudattaa annettua ohjeistusta.

Kun 1500 V -laitteisto ei ole käytössä, ei avain saa olla varmistuskytkimessä. Avain on säilytettävä sille varatussa paikassa.

##### **21.11.4.3 Liikkuvan kaluston 230/400V -ulkoverkkoliitännät**

Liikkuvan kaluston pistokytkimien tulee olla yhteensopivia rataverkon 230/400V -ulkosyöttökeskusten liitälaitteiden kanssa.

Kolmivaiheinen 230/400 V -syöttöjärjestelmä pitää olla aina toteutettu 5-johdinjärjestelmällä (3L + N + PE), ks. Liite 5, kuva L5.3.

##### **21.11.4.4 Pistokytkin ulkoverkkoliitännään, liitäntäteho enintään 22 kVA**

Pistokytkimen jännite- ja virta-arvot ovat 230/400 V 32 A. Kosketinjärjestys on standardin SFS-EN 60309-2:2000 [standardilehti 2-II] /30/ mukainen 3L + N + PE(6h) siten, että liikkuvan kaluston puolella on kiinteästi asennettu kojevastake.

Kosketinjärjestys on standardin SFS-EN 60309-2:2000 [standardilehti 2-II] /30/ mukainen.

**21.11.4.5 230/400 V 63 A syöttöjärjestelmät (3L + N + PE + pilot)**

Rataverkolla käytetään kolmivaiheisia 230/400 V 63 A -syöttökeskuksia, jotka on sovitettu junissa käytettäviin syöttöjärjestelmiin. Kolmivaiheisen 230/400 V 63 A -järjestelmän taajuus on 50 Hz. Järjestelmään tehtävissä asennuksissa on käytettävä IEC:n mukaista viisijohdinjärjestelmää + pilot-johdinta eli kolme vaihetta, nollajohdin, suojamaa ja pilot-johdin (L1 + L2 + L3 + N + PE(6h) + pilot).

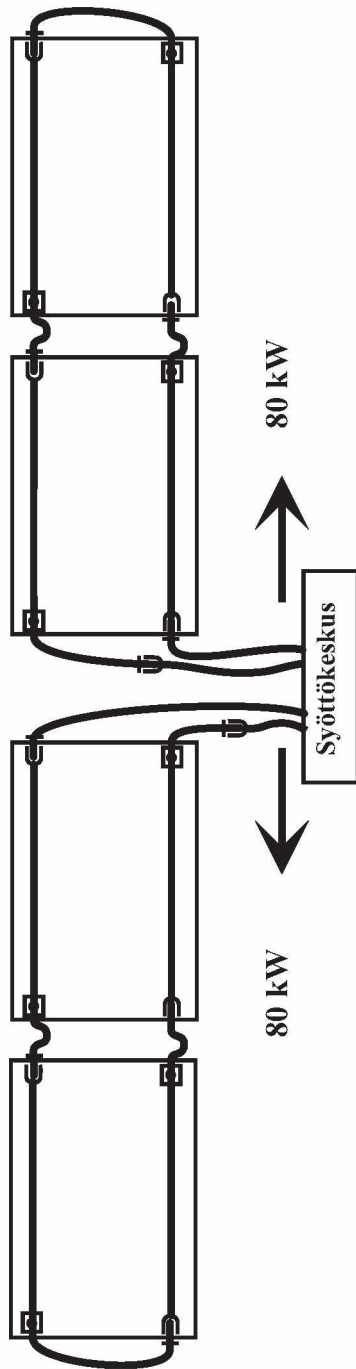
Järjestelmään liittyviä määritelmiä on esitetty tämän asiakirjan liitteessä 5.

Liitteessä 5 on periaatekuvat [L3.2, L3.3 ja L3.4] 230/400 V 63 A syöttökeskusten toteutuksesta. Toteutuksessa tulee erityisesti huomioida vaatimus pilot-johdotuksesta.

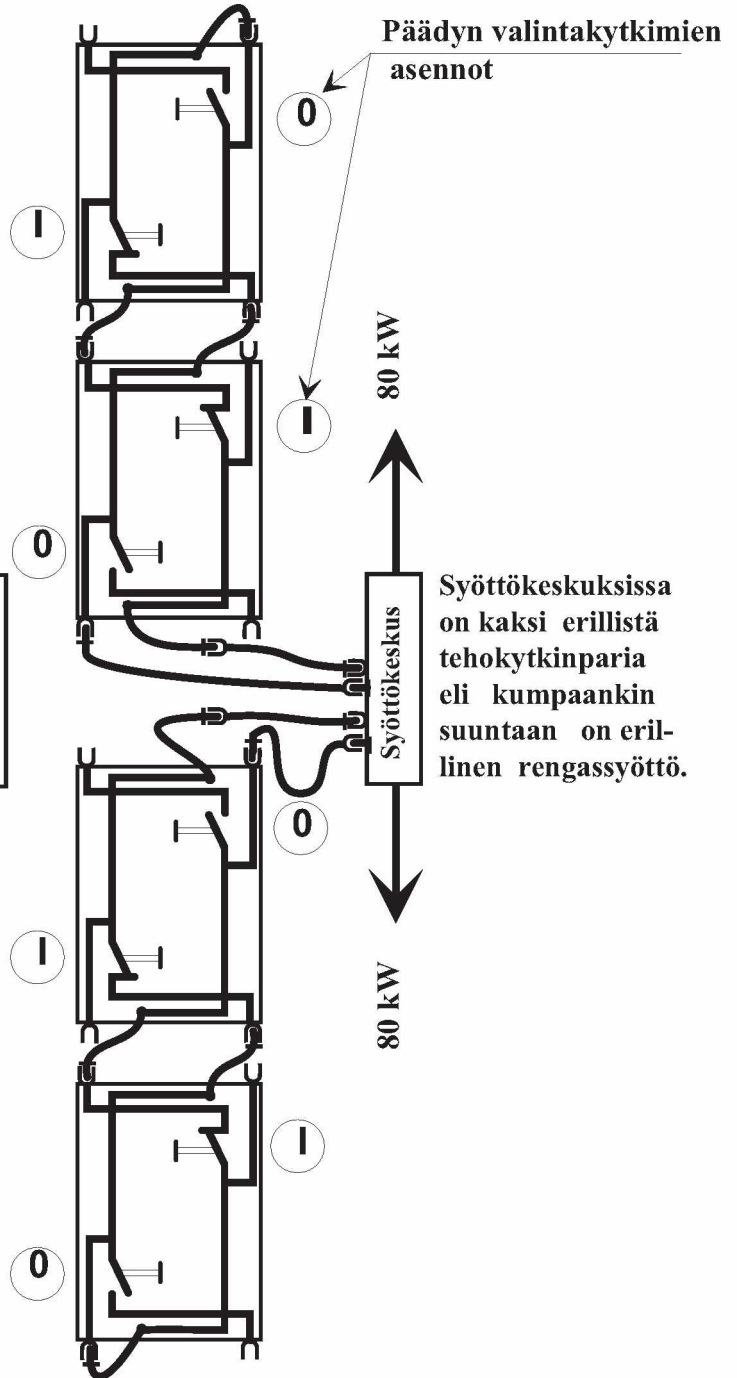
Kosketinjärjestys on standardin SFS-EN 60309-2:2000 [standardilehti 2-IIIa] /30/ mukainen.

Kuvan 21.11.3 mukainen rengassyöttöjärjestelmä on yleisin junissa käytettävä 230/400 V 63 A -järjestelmä.

Vaunujen päädyissä pistorasia  
ja pistotulpallinen välikaapeli



Vaunujen päädyissä lisäksi sokkorasia  
ja valintakytkin "viimeinen/seuraava vaunu"



Syöttökeskuksissa  
on kaksi erillistä  
tehokytkinparia  
eli kumpaankin  
suuntaan on eril-  
linen rengassyöttö.

Kuva 21.11.3: Syöttö rengasjärjestelmän syöttökeskuksesta junan keskeltä.  
Syöttöteho enintään 80 kW molempiin suuntiin

## 21.12 Viestintä

Liikenteenohjauksen ja junan välistä viestintää varten vetokaluston ohjaamo on varustettava GSM-R ohjaamopäätelaitteella. Ohjaamopäätelaitteen tulee olla kansainvälisesti yhteensopiva käytettäväksi sekä GSM-R -radioverkoissa että yleisissä GSM-matkapuhelinverkoissa.

Ohjaamopäätelaitteen ominaisuuksien ja toiminteiden on oltava yhteensopivia EIRENEn FRS- ja SRS-perusvaatimusten kanssa.



## 21.13 Junan kulunvalvonta

Junien vetokalusto on varustettava JKV-laitteistolla, joka on yhteensopiva raiteeseen asennettujen osien kanssa. Suomessa käytettävä ATP-VR/RHK - kulunvalvontalaitteisto (esim. Bombardier EBICAB 9006) on ohjaus-, hallinta- ja merkinantojärjestelmän yhteentoimivuuden teknisen eritelmän (CCS TSI) mukainen luokan B järjestelmä. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää luokan A mukaista yhteentoimivaa ETCS-veturilaitetta tulevilla ETCS-radoilla, tai jos liikennöidään myös JKV-rataosilla, ETCS- ja STM-laitteen (sovitustiedonsiirtomoduuli) yhdistelmää.

## 21.14 Koeajot

Kaluston hyväksymistestauksen testiolosuhteet, joissa tarkastellaan myös kaluston rataa aiheuttamia rasituksia suhteessa luvussa 21.3 esitettyihin rajoihin, on määritetty standardissa SFS-EN 14363:2005 /4/. Ellei standardin EN 14363:2005 /4/ mukaisia testiolosuhteita saavuteta, voidaan käyttää Liikenneviraston määrittelemiä rataosuuksia.

### 21.14.1 Kulkuominaisuus- ja kytkeytymiskokeet

Liikennevirasto ylläpitää Kontiomäen rautatieliikennepaikan Laajakankaan ratapihalla raiteistoa, jossa on koeajoja varten käytettävissä kolme raidetta:

- r114: **S-kaarre R150 (6 m välisuora) + suora 200 m + kaarre R100 + suora 40 m**
- r115: **kierousvirhe R150 + suora 60 m**
- r116: **kaarre R125 + suora 185 m**

Puomilla suljetun raiteiston ulkopuolella on lisäksi ympäriajoraide (r112, r112a, r113) avustavan vetokaluston käytön helpottamiseksi. Raiteiden suurimmat nopeudet ja akselipainot on esitetty liitteenä (liite 6) olevassa raiteistokaaviossa. Kaikki alueen raiteet ovat sähköistämättömiä. Lähin sähköistetty raide on Kontiomäki–Vartius-rataosa, joka erkanee vaihteesta V963 (km 662+241).

Alueen käyttöoikeus varataan Liikenneviraston ohjeen /31/ mukaisesti.

### 21.14.2 Ohiajomelun mittaus

Liikkuvan kaluston ohiajomelun mittauksiin käytetään Helsinki–Tampere-rataosan (rataosa 003) itäistä raidetta Leteensuon liikennepaikan läheisyydessä. Komission päätöksen 2011/229/EU (melu-YTE) /32/ mukaisiin mittauksiin soveltuu ratajohtopylväiden 124-10 ja 124-11 välinen osuus.

## Viitteet

- <sup>1</sup> KOMISSION PÄÄTÖS 2011/291/EU Euroopan laajuisen tavanomaisen rautatiejärjestelmän liikkuvan kaluston osajärjestelmää ”veturit ja henkilöliikenteen liikkuva kalusto” koskevasta yhteentoimivuuden teknisestä eritelmästä (26.4.2011),
- <sup>2</sup> KOMISSION PÄÄTÖS, tehty 28 päivänä heinäkuuta 2006, Euroopan laajuisen tavanomaisen rautatiejärjestelmän osajärjestelmää ”liikkuva kalusto - tavaraliikenteen vaunut” koskevasta yhteentoimivuuden teknisestä eritelmästä (tiedoksiannettu numerolla K(2006) 3345) (ETA:n kannalta merkityksellinen teksti) (2006/861/EY)
- <sup>3</sup> Ratatyökalusto, Dnro 4469/090/2011. Liikennevirasto
- <sup>4</sup> SFS-EN 14363:2005 Kiskoliikenne. Kiskoajoneuvojen kulkuominaisuuksien hyväksymistestaus. Liikkeessä olevan ajoneuvon testaus ja paikallaan olevan testit
- <sup>5</sup> SFS-EN 15273-2:2010 Kiskoliikenne. Ulottumat. Osa 2: Liikkuvan kaluston ulottuma
- <sup>6</sup> Rataverkon kuvaus (julkaistaan puolivuositain). Liikennevirasto
- <sup>7</sup> SFS-EN 15528:2008 Kiskoliikenne. Ratalinjojen luokitus. Rautatievaunujen kuormitusrajat ja infrastruktuuri
- <sup>8</sup> UIC Leaflet 518. Testing and approval of railway vehicles from the point of view of their dynamic behaviour – Safety - Track fatigue - Running behavior. December 2007.
- <sup>9</sup> SFS-EN 13674-1:2003+A1:2007: Kiskoliikenne. Rata. Kiskot. Osa 1: 46 kg/m ja enemmän painavat Vignole-kiskot
- <sup>10</sup> EN13715:2006. Kiskoliikenne. Pyöräkerrat ja telit. Pyörät. Pyörän profiili
- <sup>11</sup> GOST 9036-88. Solid-rolled wheels. Design and dimensions
- <sup>12</sup> KOMISSION PÄÄTÖS, annettu 25 päivänä tammikuuta 2012, Euroopan laajuisen rautatiejärjestelmän ohjaus-, hallinta- ja merkinanto-osajärjestelmiä koskevasta yhteentoimivuuden teknisestä eritelmästä (tiedoksiannettu numerolla K(2012) 172) (ETA:n kannalta merkityksellinen teksti) (2012/88/EU)
- <sup>13</sup> Rautateiden verkkoselostus (julkaistaan vuosittain). Liikennevirasto
- <sup>14</sup> Junan jarrutuskyky sekä jarrujen tarkastus ja koettelu, Rautatievirasto RVI/363/412/2008
- <sup>15</sup> Tavaravaunujen suurimmasta sallitusta kuormasta, junapainosta ja junan kokoonpanosta, Rautatievirasto RVI/725/412/2008
- <sup>16</sup> Ratatekniset ohjeet. Sähköistetty rata (RATO 5). Liikennevirasto, RHK 1546/731/2004
- <sup>17</sup> Ratatekniset ohjeet. Rautatieliikennepaikat (RATO 7). Liikennevirasto 5063/065/2010
- <sup>18</sup> EN 50125-1 Railway applications - Environmental conditions for equipment. Part 1: Equipment on board rolling stock
- <sup>19</sup> EN 50163:2004 . Railway applications - Supply voltages of traction systems
- <sup>20</sup> EN 50367:2012 Railway applications - Current collection systems - Technical criteria for the interaction between pantograph and overhead line (to achieve free access)
- <sup>21</sup> EN 50317:2012/AC:2012 Railway applications - Current collection systems - Requirements for and validation of measurements of the dynamic interaction between pantograph and overhead contact line
- <sup>22</sup> EN 50206-2:2010 Railway applications - Rolling stock - Pantographs: Characteristics and tests - Part 2: Pantographs for metros and light rail vehicles
- <sup>23</sup> EN 50119:2009 Railway applications - Fixed installations - Electric traction overhead contact lines
- <sup>24</sup> EN 50388 Railway applications - Power supply and rolling stock - Technical criteria for the coordination between power supply (substation) and rolling stock to achieve interoperability
- <sup>25</sup> EN 50124-1:2001 Railway applications - Insulation coordination - Part 1: Basic requirements - Clearances and creepage distances for all electrical and electronic equipment
- <sup>26</sup> EN 50121-3-1:2006 Railway applications - Electromagnetic compatibility - Part 3-1: Rolling stock - Train and complete vehicle
- <sup>27</sup> CCITT Directives Concerning the Protection of Telecommunication Lines against Harmful Effects from Electric Power and Electrified Railway Lines. ITU International Telecommunication Union. Geneva 1990
- <sup>28</sup> UIC Leaflet 550. Power supply installations for passenger stock
- <sup>29</sup> UIC Leaflet 552. Electrical power supply for trains - Standard technical characteristics of the train line
- <sup>30</sup> SFS-EN 60309-2:2000. Teollisuuskäyttöön tarkoitetut voimapistokytkimet. Osa 2: Mitoitusvaatimukset.
- <sup>31</sup> Laajakankaan koeajokeskus. Ohje. Liikennevirasto Dnro 1605/090/2010. 19.3.2010
- <sup>32</sup> KOMISSION PÄÄTÖS, annettu 4 päivänä huhtikuuta 2011, Euroopan laajuisen tavanomaisen rautatiejärjestelmän osajärjestelmää ”liikkuva kalusto – melu” koskevasta yhteentoimivuuden teknisistä eritelmistä (tiedoksiannettu numerolla K(2011) 658)(ETA:n kannalta merkityksellinen teksti) (2011/229/EU)



## Saller-Hankenin menetelmä

Kun kalustoyksikön pyörästön rakenteen vuoksi vierekkäiset akselit ovat tavanomaista lähempänä toisiaan, lasketaan kalustoyksikön suurin sallittu nopeus rataluokittain Saller-Hankenin menetelmää käyttäen. Nopeutta on usein tarpeen rajoittaa alimpien rataluokkien raiteilla.

Laskentamenetelmä määrittää kiskon jalan suurimman vetojännityksen kalustoyksikön eri nopeuksilla. Saatuja arvoja verrataan sallittuun jännitykseen, jona yleisesti voidaan käyttää arvoa 160 MPa. Vertailun perusteella saadaan rataluokittain sallitut nopeudet.

Laskennassa tarvittavat kalustoyksikön mitat ja massat on toimitettava Liikennevirastolle käyttöönottoluvan liitteeksi tulevaa lausuntoa haettaessa.

Taivutusjännitys lasketaan kaavalla:

$$\sigma = \frac{k_2 \times E \times k_3 \times M}{W}, \text{ jossa} \quad (1)$$

$\sigma$  = jännitys

$k_2$  = nopeuskerroin

$k_3$  = dynaaminen kerroin; käytetään arvoa 1,15

$W$  = taivutusvastus [ $10^3 \text{ mm}^3$ ]

$M$  = momentti

Nopeuskerroin  $k_2$  lasketaan nopeuksille 0 ... 200 km/h kaavalla:

$$k_2 = 1 + \frac{3 \times v^2}{10^5} - \frac{v^3}{10^7}, \text{ jossa} \quad (2)$$

$v$  = nopeus [km/h]

Kertoimien arvoista saadaan näin ollen taulukko, jossa  $k_2 = 1,0 \dots 1,4$ .

Kaavassa (1) esiintyvän momentin  $M$  määrittämiseksi on tiedettävä kalustoyksikön akselimäärä, pyörästömitat ja akselipainot:

$$M = \left\{ \frac{P_0 L}{4} - \frac{P_1 \times (3,75L - a_1) + P_2 \times (3,75L - a_2) + \dots + P_n \times (3,75L - a_n)}{42} \right\}, \text{ jossa} \quad (3)$$

$P_0$  = pyöräpaino [N]

$L$  = kuormituksen vaikutusalue (Zimmermannin mukaan)

$a_i$  = etäisyys viereisestä akselistä

Kun  $a_i < 1,57L$ , käytetään arvoa  $a'_i = 3,14L - a_i$

Kaavan (3) vaikutusalue L lasketaan seuraavasti:

$$L = \sqrt[4]{\frac{2 \times E \times I \times a}{c \times b \times u}}, \text{ jossa} \quad (4)$$

$E = 210 \text{ kN/mm}^2$

$I = \text{kiskon neliömomentti [mm}^4\text{]; ks. RATO 11, taulukko 11.5:1}$

$a = \text{ratapölkkyjen väli [mm]}$

$c = \text{alustakerroin; } c_{\text{sora}} = 4 \times 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{mm}^3}, c_{\text{sepeli}} = 12 \times 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{mm}^3}$

$b = \text{ratapölkyn leveys [mm]; } b = 240 \text{ mm}$

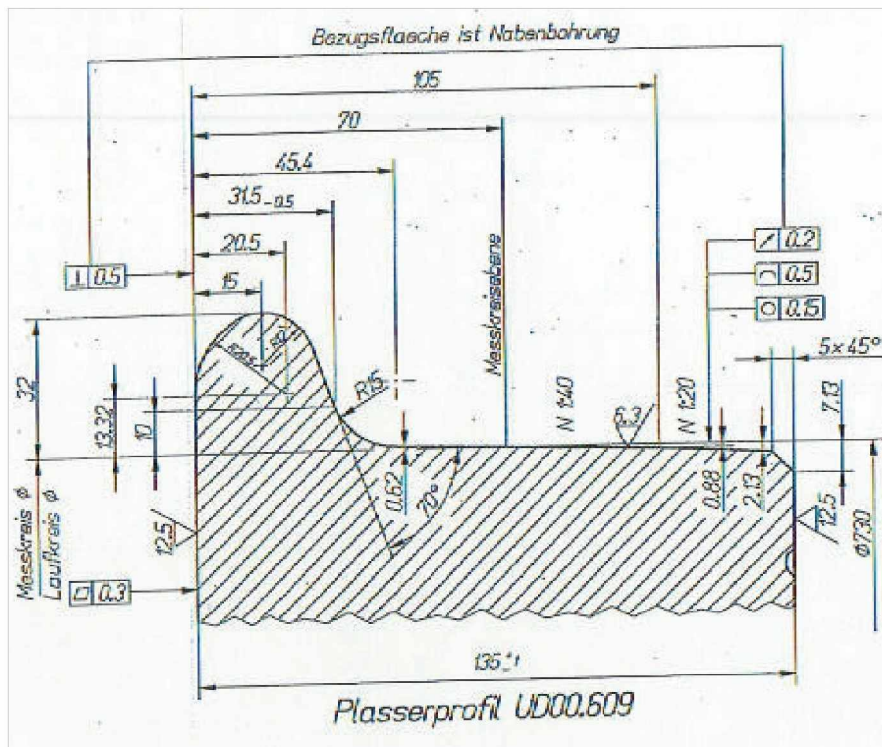
$u = \text{ratapölkyn päään etäisyys kiskon keskiviivasta [mm], } u = 550 \text{ mm}$

Kun kaavan (2) perusteella eri nopeuksille laskettu jännitys  $\sigma < 160 \text{ MPa}$ , voidaan ao. nopeus sallia sillä rataluokalla, jonka ominaisarvoja laskennassa on käytetty.

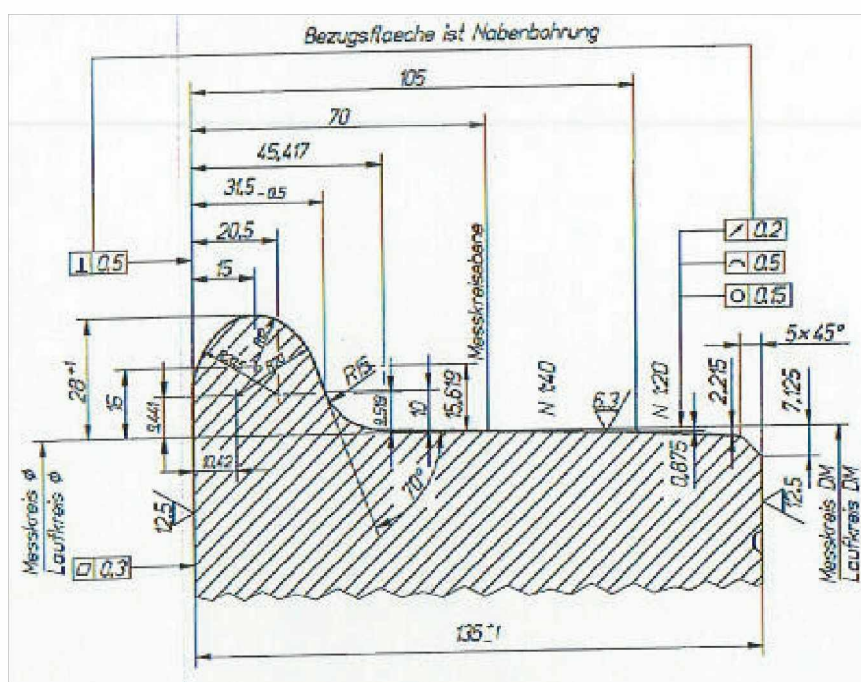
## Pyöräprofiilit

Liikennevirasto sallii käyttää hallinnoimallaan rataverkolla S1002-pyöräprofiilin lisäksi tässä liitteessä kuvattuja profileja. Näiden pyöräprofileita saa käyttää vain sellaisissa kalustotyypeissä, joiden käyttöönottolupaa varten annetussa Liikenneviraston lausunnossa käyttö on sallittu.

a) Ratatyökoneiden profiilit UD00.609 ja UD00.1035

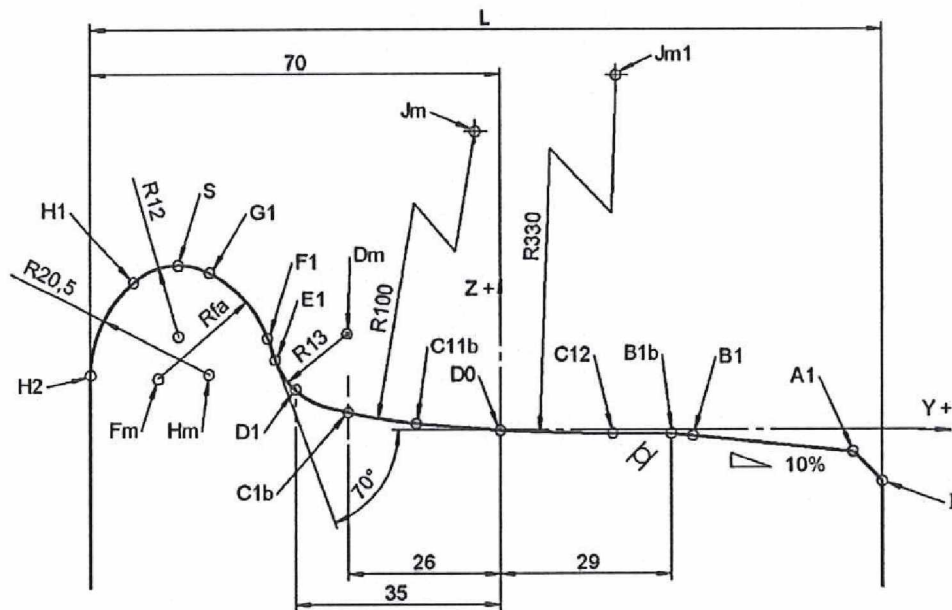


Kuva L2.1: Plasser-profiili UD00.609



Kuva L2.2: Plasser-profiili UD00.1035

b) Sr2-veturityypin profiili EPS/h28/e30/10%



Kuva L2.3: Profili EPS/h28/e30/10 % (SFS-EN 13715 Kiskoliikenne. Pyöräkerrat ja telit. Pyörät. Pyörän profiili)



Kuva L3.2: Erotusjaksomagneetin kenttä kiskoja vastaan kohtisuorassa tasossa, suojakiskojen etäisyys 450 mm



## Sähköisten häiriöiden mittaust ja raja-arvot

Yliaaltovirrat ja virran tasakomponentti todennetaan noin 200 km testiajolla. Kaluston käyttö on ajon aikana normaalin liikenteen mukaista. Sallitut yliaaltovirrat 25 kV ratajohdossa (25 kV paluuvirtapiirissä) on esitetty tämän liitteen taulukossa.

Särövirran tehollisarvot voidaan laskea FFT (Fast Fourier Transformation) menetelmällä käytettävän ensimmäisen kertaluvun suotimen aikavakioksi valitaan noin 1,5 sekuntia.

Harmonisia komponentteja analysoitaessa käytetään esimerkiksi FFT (Fast Fourier Transformation) -menetelmää.

Testitulokset ovat hyväksyttäviä, jos 2-100 -kertaisten harmonisten yliaaltojen (taajuusalue 100 - 5000 Hz) kaikista näytteistä 96 % alittaa taulukon arvot. Jos jonkun taajuuden arvot ylittävät 50 %:lla taulukon arvot, tulosten hyväksyttävyys on arvioitava erikseen Liikenneviraston kanssa.

$P(MW)$  = Liikkuvan kaluston käytössä oleva summanimellisteho ilman lämmitystä

Taulukko 1- Sallittu yliaaltovirran tehollisarvo, kun summanimellisteho P = 1 MW ilman lämmitystä			
Yliaalto	Yliaalto	Yliaalto	Yliaalto
Taajuus	Virta	Taajuus	Virta
No / [Hz]	[mA]	No / [Hz]	[mA]
2/100	660	<b>3/150</b>	880
4/200	440	5/250	880
6/300	220	7/350	880
8/400	90	<b>9/450</b>	<b>440</b>
10/500	90	11/550	500
12/600	90	13/650	500
14/700	90	<b>15/750</b>	<b>130</b>
16/800	90	17/850	330
18/900	90	19/950	330
20/1000	90	<b>21/1050</b>	<b>90</b>
22/1100	90	23/1150	150
24/1200	90	25/1250	150
26/1300	90	<b>27/1350</b>	<b>90</b>
28/1400	90	29/1450	120
30/1500	90	31/1550	110
32/1600	90	<b>33/1650</b>	<b>90</b>
34/1700	90	35/1750	100
36/1800	90	37/1850	96
38/1900	90	39/1950	90
40/2000	90	41/2050	89
42/2100	87	43/2150	86
44/2200	85	45/2250	83
46/2300	82	47/2350	81
48/2400	79	49/2450	78
50/2500	77	51/2550	76
52/2600	75	53/2650	74
54/2700	73	55/2750	72
56/2800	71	57/2850	70
58/2900	70	59/2950	69
60/3000	68	61/3050	67
62/3100	67	63/3150	66
64/3200	65	65/3250	64
66/3300	64	67/3350	63
68/3400	63	69/3450	62
70/3500	62	71/3550	61
72/3600	61	73/3650	60
74/3700	60	75/3750	59
76/3800	59	77/3850	58
78/3900	58	79/3950	57
80/4000	56	81/4050	56
82/4100	56	83/4150	55
84/4200	55	85/4250	54
86/4300	54	87/4350	54
88/4400	53	89/4450	53
90/4500	53	91/4550	52
92/4600	52	93/4650	52
94/4700	51	95/4750	51
96/4800	51	97/4850	50
98/4900	50	99/4950	50
100/5000	50	->	0,022+2,75/n

**RATO 21 Liikkuva kalusto**

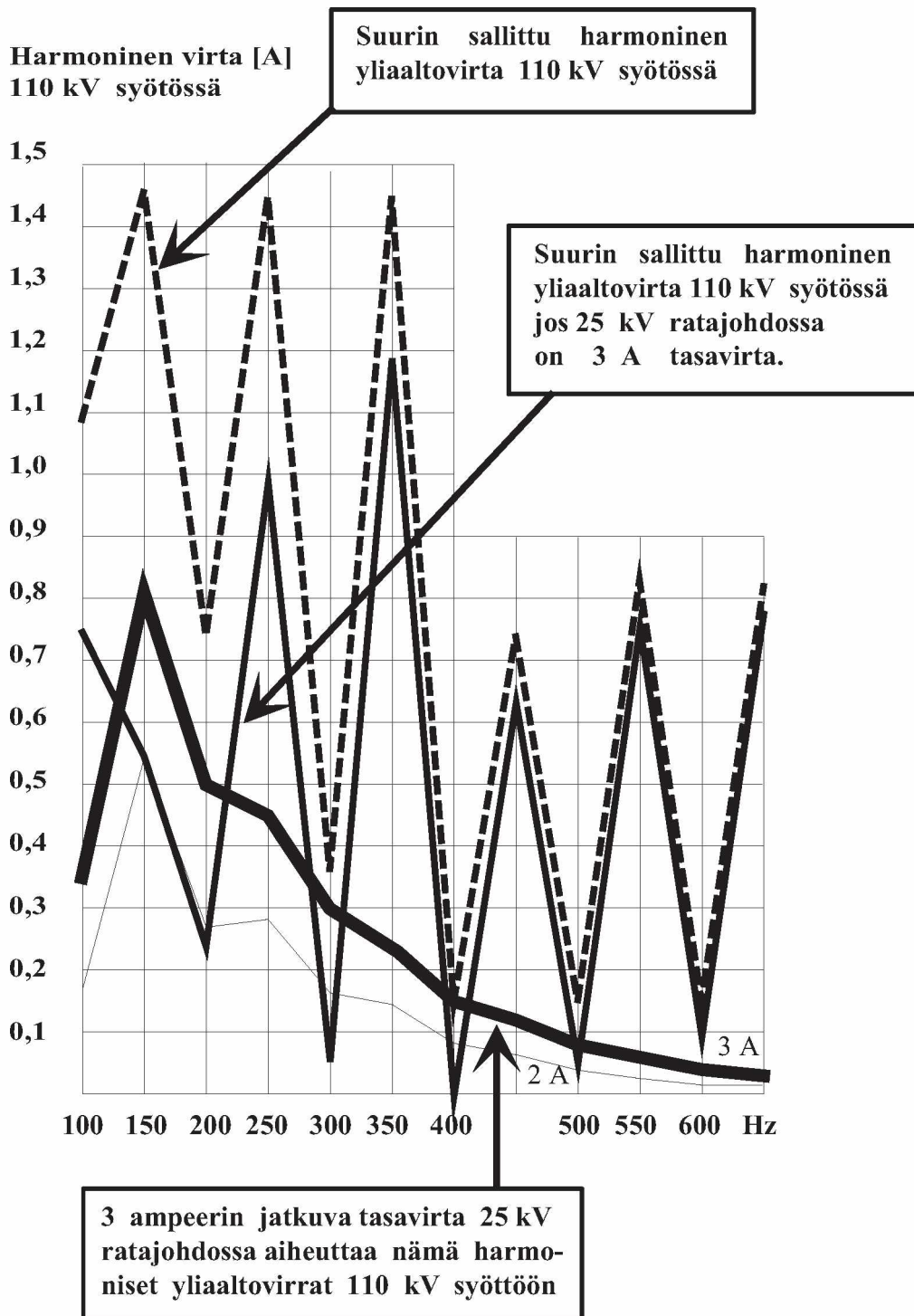
<b>Taulukko 2 - Sallittu yliaaltovirran suhde nimellisvirtaan</b>			
Inim = Nimellisvirta ilman lämmitystä, Ih = Yliaaltovirta			
Yliaalto	Suhde	Yliaalto	Suhde
Taajuus	Ih/Inim	Taajuus	Ih/Inim
No / [Hz]	[A/A]	No / [Hz]	[A/A]
<b>1/ 50</b>	<b>1</b>	<b>1/ 50</b>	<b>1</b>
2/100	0,0165	<b>3/150</b>	0,022
4/200	0,0110	5/250	0,022
6/300	0,0055	7/350	0,022
8/400	0,0023	<b>9/450</b>	<b>0,011</b>
10/500	0,0023	11/550	0,0125
12/600	0,0023	13/650	0,0125
14/700	0,0023	<b>15/750</b>	<b>0,0033</b>
16/800	0,0023	17/850	0,0083
18/900	0,0023	19/950	0,0083
20/1000	0,0023	<b>21/1050</b>	<b>0,0023</b>
22/1100	0,0023	23/1150	0,0038
24/1200	0,0023	25/1250	0,0038
26/1300	0,0023	<b>27/1350</b>	<b>0,0023</b>
28/1400	0,0023	29/1450	0,0030
30/1500	0,0023	31/1550	0,0028
32/1600	0,0023	<b>33/1650</b>	<b>0,0023</b>
34/1700	0,0023	35/1750	0,0025
36/1800	0,0023	37/1850	0,0024
38/1900	0,0023	39/1950	0,0023
40/1600	0,0023	41/2050	0,0023
42/2100	0,0023	43/2150	0,0022
44/2200	0,0022	45/2250	0,0021
46/2300	0,0021	47/2350	0,0020
48/2400	0,0020	49/2450	0,0020
50/2500	0,0019	51/2550	0,0019
52/2600	0,0019	53/2650	0,0018
54/2700	0,0018	55/2750	0,0018
56/2800	0,0018	57/2850	0,0018
58/2900	0,0018	59/2950	0,0017
60/3000	0,0017	61/3050	0,0017
62/3100	0,0017	63/3150	0,0017
64/3200	0,0017	65/3250	0,0016
66/3300	0,0016	67/3350	0,0016
68/3400	0,0016	69/3450	0,0016
70/3500	0,0016	71/3550	0,0015
72/3600	0,0015	73/3650	0,0015
74/3700	0,0015	75/3750	0,0015
76/3800	0,0015	77/3850	0,0014
78/3900	0,0014	79/3950	0,0014
80/4000	0,0014	81/4050	0,0014
82/4100	0,0014	83/4150	0,0014
84/4200	0,0014	85/4250	0,0014
86/4300	0,0014	87/5350	0,0013
88/4400	0,0013	89/5450	0,0013
90/4500	0,0013	91/4550	0,0013
92/4600	0,0013	93/4650	0,0013
94/4700	0,0013	95/4750	0,0013
96/4800	0,0013	97/4850	0,0013
98/4900	0,0013	99/4950	0,0012
100/5000	0,0012	->	0,00055+0,069/n

<b>Taulukko 3 - Sallittu yliaaltovirran tehollisarvo, kun summanimellisteho P = 6,2 MW ilman lämmitystä</b>			
Yliaalto	Yliaalto	Yliaalto	Yliaalto
Taajuus	Virta	Taajuus	Virta
No / [Hz]	I [A]	No / [Hz]	I [A]
2/100	4,1	<b>3/150</b>	7,7
4/200	2,7	5/250	5,5
6/300	1,4	7/350	5,5
8/400	0,56	<b>9/450</b>	<b>2,7</b>
10/500	0,56	11/550	3,10
12/600	0,56	13/650	3,10
14/700	0,56	<b>15/750</b>	<b>0,81</b>
16/800	0,56	17/850	2,00
18/900	0,56	19/950	2,00
20/1000	0,56	<b>21/1050</b>	<b>0,56</b>
22/1100	0,56	23/1150	0,93
24/1200	0,56	25/1250	0,93
26/1300	0,56	<b>27/1350</b>	<b>0,56</b>
28/1400	0,56	29/1450	0,74
30/1500	0,56	31/1550	0,68
32/1600	0,56	<b>33/1650</b>	<b>0,56</b>
34/1700	0,56	35/1750	0,62
36/1800	0,56	37/1850	0,60
38/1900	0,56	39/1950	0,56
40/2000	0,56	41/2050	0,55
42/2100	0,55	43/2150	0,53
44/2200	0,54	45/2250	0,52
46/2300	0,51	47/2350	0,50
48/2400	0,49	49/2450	0,48
50/2500	0,48	51/2550	0,47
52/2600	0,47	53/2650	0,46
54/2700	0,46	55/2750	0,45
56/2800	0,45	57/2850	0,44
58/2900	0,44	59/2950	0,43
60/3000	0,43	61/3050	0,42
62/3100	0,42	63/3150	0,41
64/3200	0,41	65/3250	0,40
66/3300	0,40	67/3350	0,39
68/3400	0,39	69/3450	0,39
70/3500	0,39	71/3550	0,38
72/3600	0,38	73/3650	0,37
74/3700	0,37	75/3750	0,37
76/3800	0,37	77/3850	0,36
78/3900	0,36	79/3950	0,35
80/4000	0,35	81/4050	0,35
82/4100	0,35	83/4150	0,35
84/4200	0,34	85/4250	0,34
86/4300	0,34	87/4350	0,34
88/4400	0,33	89/4450	0,33
90/4500	0,33	91/4550	0,33
92/4600	0,32	93/4650	0,32
94/4700	0,32	95/4750	0,32
96/4800	0,32	97/4850	0,32
98/4900	0,31	99/4950	0,31
100/5000	0,31	->	0,14 + 17 / n

<b>Taulukko 4 - Sallittu yliaaltovirran huippuarvo, kun summanimellisteho P = 6,2 MW ilman lämmitystä</b>			
Yliaalto	Yliaalto	Yliaalto	Yliaalto
Taajuus	Virta	Taajuus	Virta
No / [Hz]	$\hat{i}$ [A]	No / [Hz]	$\hat{i}$ [A]
2/100	5,8	<b>3/150</b>	10,4
4/200	3,9	5/250	7,7
6/300	1,9	7/350	7,7
8/400	0,77	<b>9/450</b>	<b>3,9</b>
10/500	0,77	11/550	4,3
12/600	0,77	13/650	4,3
14/700	0,77	<b>15/750</b>	<b>1,2</b>
16/800	0,77	17/850	2,9
18/900	0,77	19/950	2,9
20/1000	0,77	<b>21/1050</b>	<b>0,77</b>
22/1100	0,77	23/1150	1,40
24/1200	0,77	25/1250	1,40
26/1300	0,77	<b>27/1350</b>	<b>0,77</b>
28/1400	0,77	29/1450	1,00
30/1500	0,77	31/1550	0,96
32/1600	0,77	<b>33/1650</b>	<b>0,77</b>
34/1700	0,77	35/1750	0,88
36/1800	0,77	37/1850	0,84
38/1900	0,77	39/1950	0,77
40/2000	0,77	41/2050	0,77
42/2100	0,76	43/2150	0,75
44/2200	0,74	45/2250	0,72
46/2300	0,71	47/2350	0,70
48/2400	0,69	49/2450	0,68
50/2500	0,67	51/2550	0,66
52/2600	0,65	53/2650	0,64
54/2700	0,64	55/2750	0,63
56/2800	0,62	57/2850	0,61
58/2900	0,61	59/2950	0,60
60/3000	0,59	61/3050	0,58
62/3100	0,58	63/3150	0,57
64/3200	0,57	65/3250	0,56
66/3300	0,56	67/3350	0,55
68/3400	0,55	69/3450	0,54
70/3500	0,54	71/3550	0,53
72/3600	0,53	73/3650	0,52
74/3700	0,52	75/3750	0,51
76/3800	0,51	77/3850	0,50
78/3900	0,50	79/3950	0,49
80/4000	0,49	81/4050	0,49
82/4100	0,48	83/4150	0,48
84/4200	0,47	85/4250	0,47
86/4300	0,46	87/4350	0,47
88/4400	0,46	89/4450	0,46
90/4500	0,46	91/4550	0,45
92/4600	0,45	93/4650	0,45
94/4700	0,45	95/4750	0,44
96/4800	0,44	97/4850	0,44
98/4900	0,43	99/4950	0,43
100/5000	0,43	->	0,19 + 24 / n

## Virran tasakomponentti 25 kV:n ratajohdossa

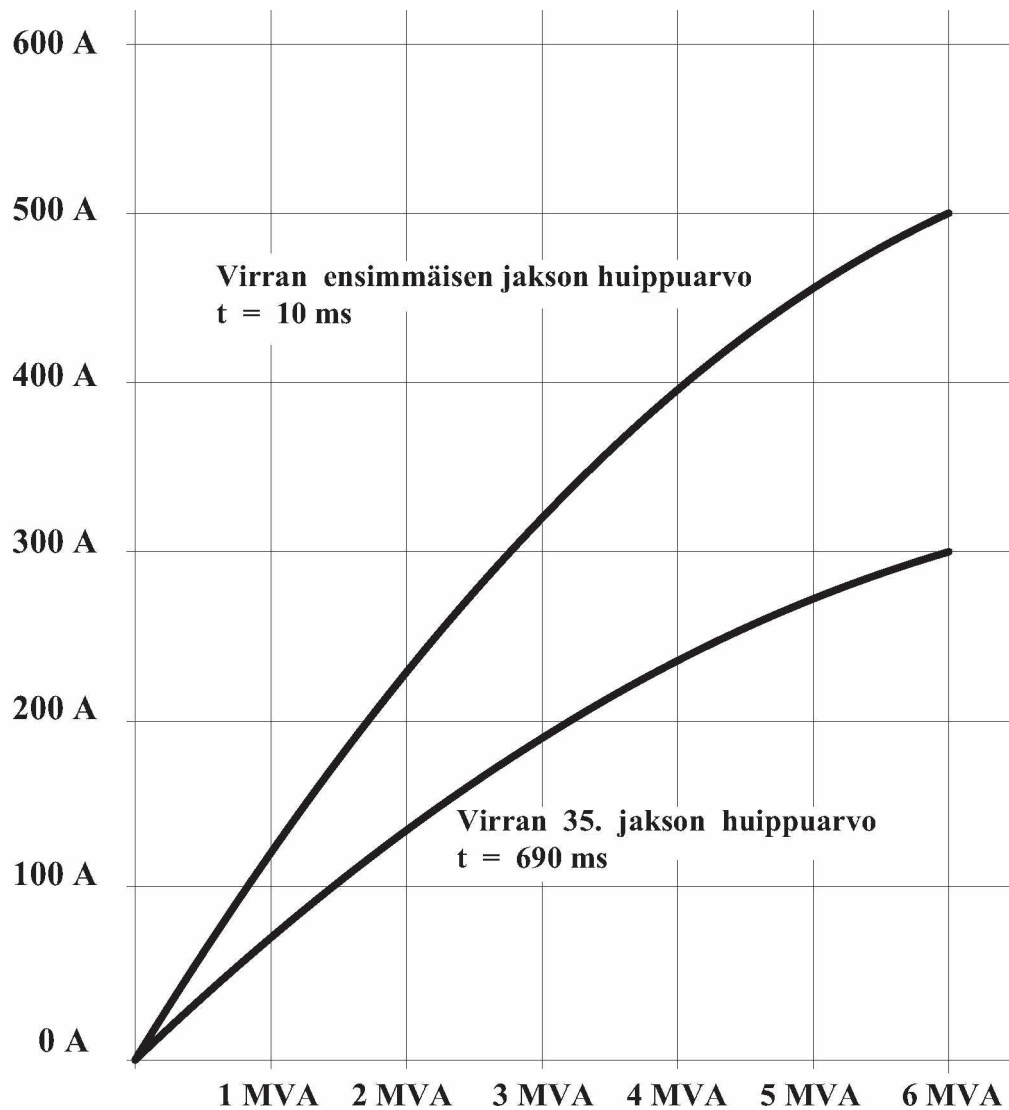
Virran tasakomponentti 25 kV ratajohdossa (25 kV paluuvirtapiirissä) tutkitaan esim. spektrianalysaattorilla tai oskillograafilla



Kuva L4.1: Virran tasakomponentin vaikutukset 25 kV:n ratajohdossa ja 110 kV syötössä



## 25 kV muuntajan kytkentävirtasysäys

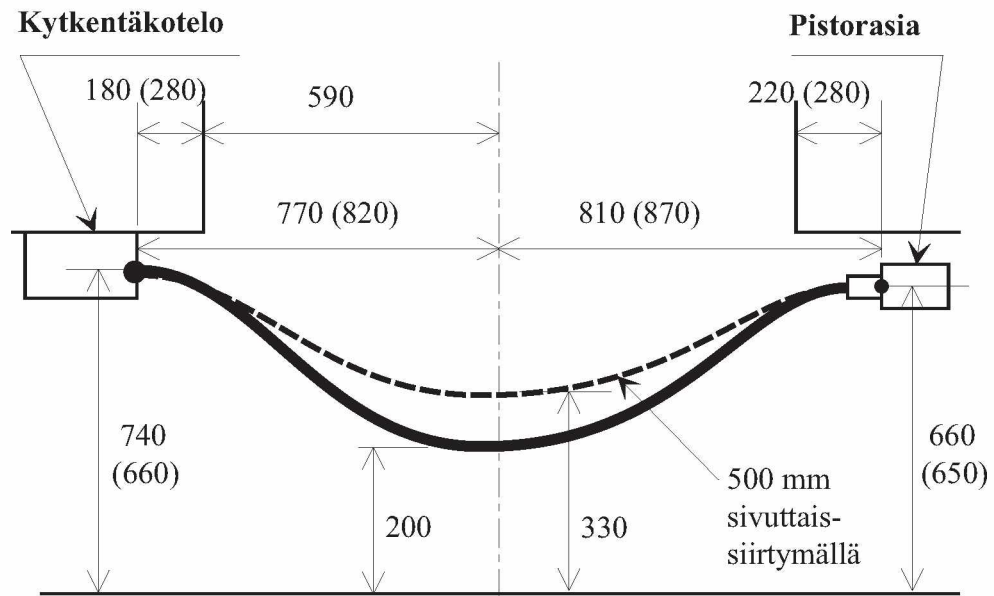


Kuva L4.2: 25 kV muuntajan sallittu kytkentävirtasysäys

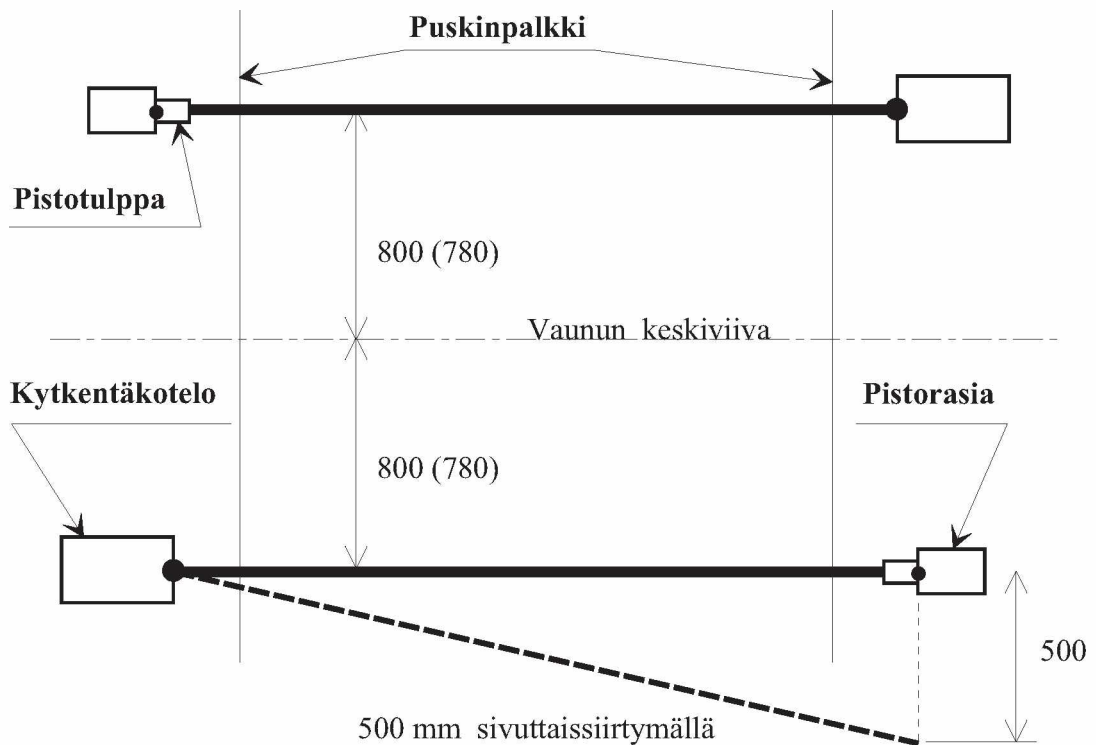


## Käytössä olevia junan 230/400V syöttöjärjestelmiä

### Rengassyöttöjärjestelmän välikaapeli

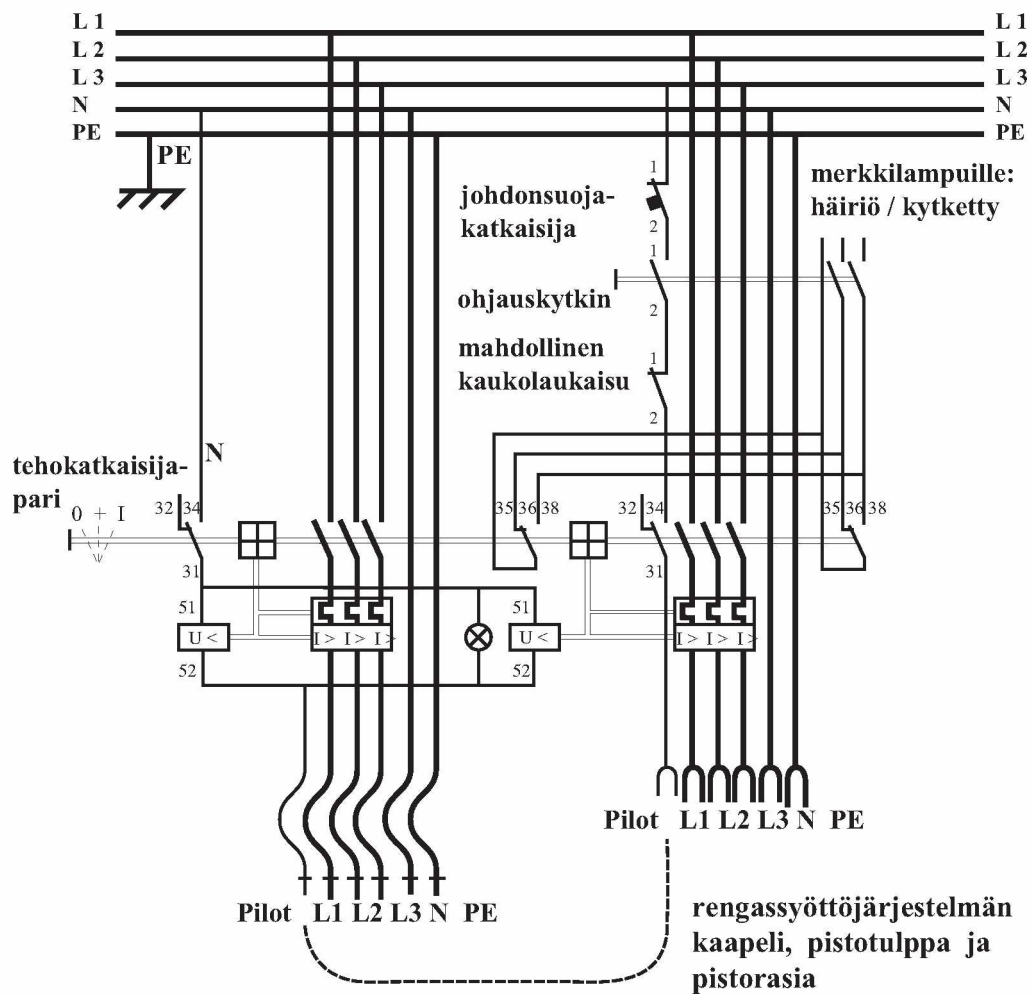


Välikaapelin suora pituus kytentäkotelon ja pistorasian mittauspisteiden ● --- ● välillä on 1950 mm (1850 mm)



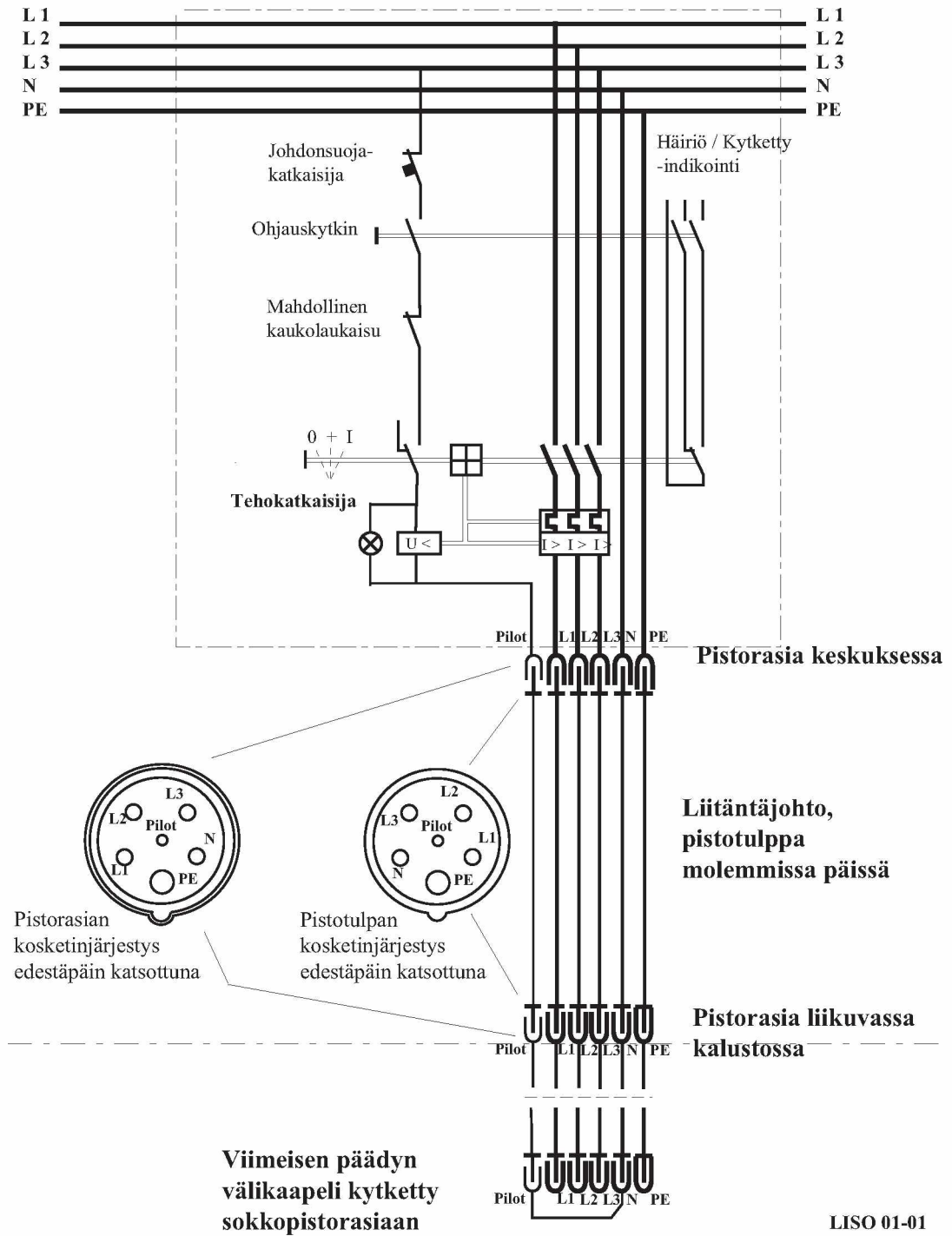
Kuva L5.1: Käytössä olevia ratkaisuja rengassyöttöjärjestelmän pistokytkimien sijoituksille ja välikaapelin pituudelle

## 230/400 V 63 A rengassyöttöjärjestelmän syöttökeskukset

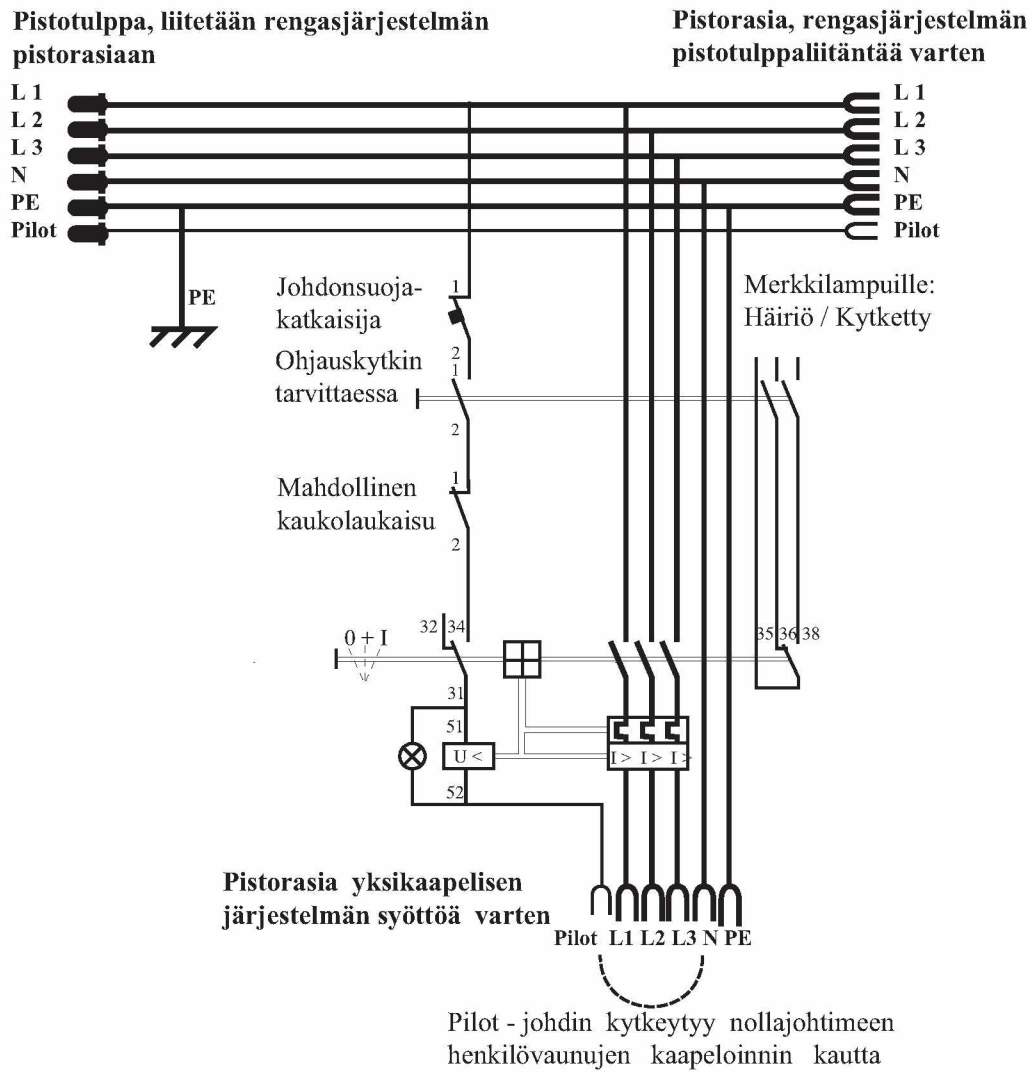


Kuva L5.2: Rengassyöttöjärjestelmän syöttökeskuksen yhden syöttörenkaan periaatekaavio

230/400 V 63 A yksikaapelisen syöttöjärjestelmän syöttökeskukset



Kuva L5.3: Alijännitelaukaisijalla varustetun syöttökeskuksen periaatekaavio



Kuva L5.4: Rengassyöttöjärjestelmään liitettävän sovitussyöttökeskuksen periaatekaavio

### **230/400 V 63 A -järjestelmän määritelmiä**

Tässä luettelossa on vain sellaisia liikkuvan kaluston erityiskäsitteitä, joita ei ole määritelty yleisissä sähköturvallisuusmääräyksissä tai joiden määritelmä eroaa yleisten määräysten määritelmästä.

#### **Pilot-kytkentä**

Pilot-kytkennällä tarkoitetaan tässä asiakirjassa 63 A -pistorasioiden ohjauskytkentää, jonka avulla varmistetaan, ettei 230/400 -jännite kytkeydy syöttökeskuksesta pistorasioihin ennen kuin kaikki liitännät on tehty.

Rengassyöttöjärjestelmässä pistorasioiden pilot-koskettimien ja -johtimien muodostaman virtapiirin kautta kytketään **vaihejännite** syötön ohjauslaitteiden jännitteen valvontaan, kun syöttörenkaan kaikki liitännät on tehty.

Yksikaapelisessa järjestelmässä pistorasioiden pilot-koskettimien ja -johtimien muodostaman virtapiirin kautta kytketään **nollajohdin** syötön ohjauslaitteiden jännitteen valvontaan, kun syöttölinjan kaikki liitännät on tehty.

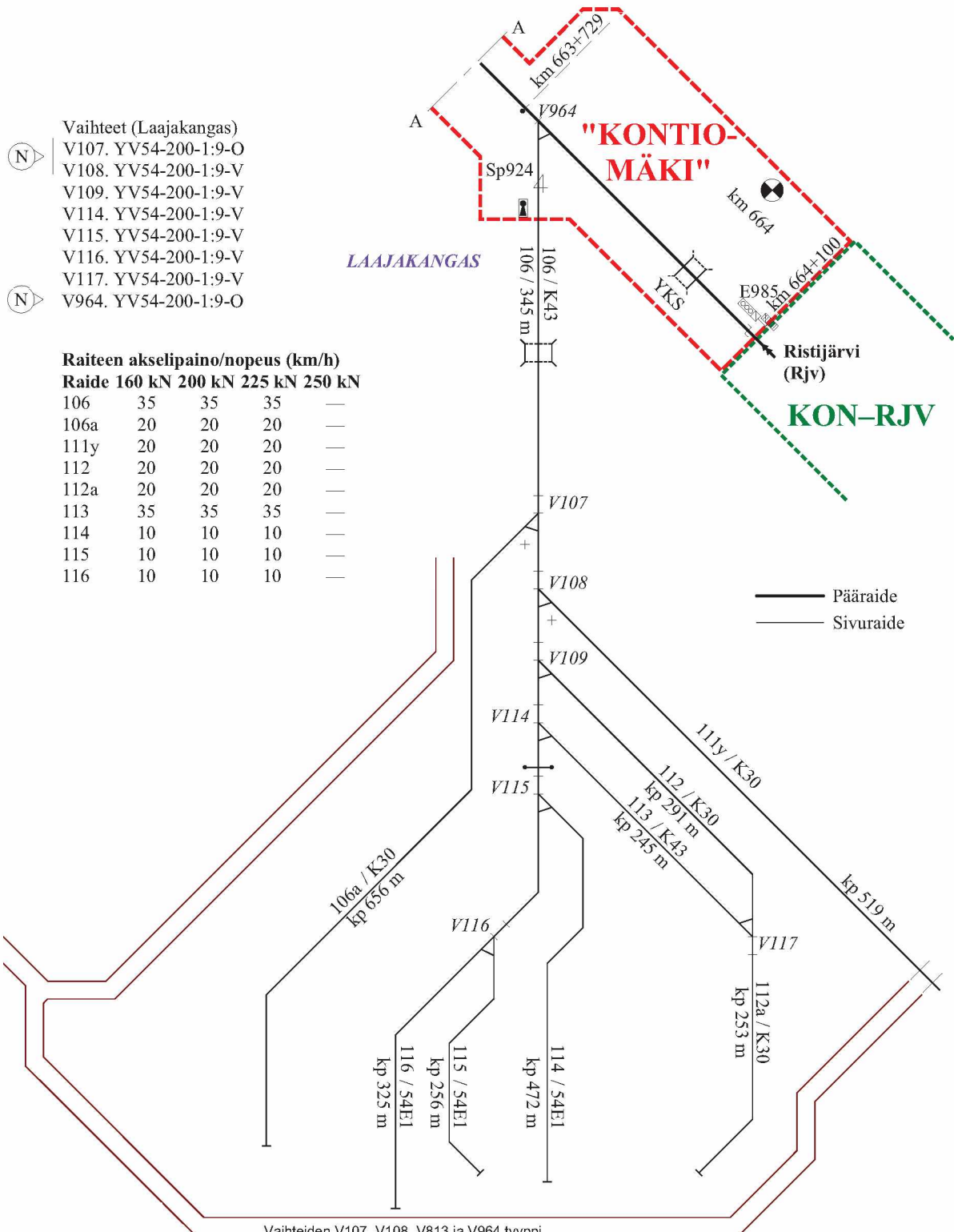
#### **Sovitussyöttökeskus**

Liitettäessä yksikaapelisen järjestelmän kalustoa rengassyöttöjärjestelmään tarvitaan erillinen sovitussyöttökeskus, jossa on yksikaapelisen syötön ohjauslaitteisto.





# Laajakankaan koeajokeskuksen raiteistokaavio



N		Liikenteenohjauksen alueet.				05.11.12	AM	19.11.12	MN
MUUTOS	SELITYS					PVM	TEHNYT	PVM	HYV.
				RAITEISTOKAAVIO KONTIOMÄKI (Kon)					
PVM	19.04.2004	PVM	16.04.2004	PIIRT.	02.10.03	M. Anttonen			
HYV.	M. Nummelin	HYV.	M. Majjala	TARK.	15.10.03	K. Ojanperä	PIIR. N:O	4021-030-175-N-4/4	





